

ZEITSCHRIFT DES ÖSTERR. INGENIEUR- UND ARCHITEKTEN-VEREINES.

XLVI. Jahrgang.

Wien, Freitag den 6. Juli 1894.

Nr. 27.

Der Gebirgswald als Object des Bahnerhaltungsdienstes.

Von Anton Tichy, Ingenieur der k. k. österr. Staatsbahnen.

Allgemeine Uebersicht.

Daß und inwiefern das Vorhandensein steiler Lehnen unmittelbar längs der Bahnstrecken Gefahren für die Sicherheit des Bahnverkehrs in sich birgt, ist eine bekannte und allseitig gewürdigte wichtige Sache; sie bildet nicht nur ein ständiges Capitel im Budget der Eisenbahn-Verwaltungen, sondern ist auch, seit es Gebirgsbahnen überhaupt gibt, immer Gegenstand des auf Schutzvorkehrungen gerichteten Fachstudiums gewesen. Dieser Umstand im Zusammenhange mit der Einsicht, daß die Resultate der bezüglichen Studien keineswegs als endgiltig abschließende bezeichnet werden können, möge den Entschluss zur Veröffentlichung dieser Original-Monographie gerechtfertigt erscheinen lassen.

Gerade so wie es bekannt ist, daß alle hier in Betracht kommenden Elementargefahren zumeist durch solche Handlungen und Unterlassungen hervorgerufen worden sind, welche die gegenwärtige Forstgesetzgebung verpönt, erscheint es auch einleuchtend, daß eine befriedigende Abhilfe ohne angemessene Inanspruchnahme forsttechnischer Vorkehrungen kaum gewärtigt werden kann. Denn immer ist es die Waldvegetation und ihre Behandlung, was mit dieser Sache und ihren Erscheinungen im ursachlichen Zusammenhange steht.

Tritt man der Frage näher, so findet man, daß einerseits das Vorhandensein einer hochstämmigen Waldvegetation in unmittelbarer Nähe des Bahnkörpers ganz und gar unerwünscht ist, wie die bahnpolizeiliche Norm der mindestens 20 m breiten Auslichtungsflächen beiderseits der durch Hochwälder hinziehenden Bahnachse beweist, während andererseits an gewissen Orten mit der größten Sorgfalt angestrebt wird, durch forstgesetzliche Bannlegungs-Maßnahmen die dem Bahnkörper benachbarte Waldvegetation wenigstens in ihrem concreten Zustande thunlichst zu conserviren. Letzteres ist überall dort der Fall, wo die elementaren Gefahren, welche eine solche Waldvegetation hintanzuhalten scheint, die unmittelbar vom Waldbestande selbst drohende Gefahr beträchtlich überwiegen. Thatsächlich ist sozusagen jeder Baum, insofern er dem Bahngeleise näher steht, als das Maß seiner Scheitelhöhe beträgt, eine Gefahr für den Eisenbahnverkehr, weil er bei Nacht und Sturmwind auf das Geleise geworfen werden kann. Wenn nun dies Bedenken schon auf ebenem Terrain zutrifft, so muss das Bewaldetsein von gegen die Bahnachse steil abfallenden Lehnen mit massiven Stämmen umso mehr eine Bahngefahr sein. Wenn wir auch Erkenntnisgründe dafür finden, in dem Waldobjecte einen Schutz der Eisenbahn gegen Elementargefahren zu erblicken, so können wir in Bezug auf die Solidität jenes Schutzes kaum völlig befriedigt sein. Denn die Bannwälder im Bereiche unserer österreichischen Gebirgsbahnen sind beispielsweise zumeist reine, theils mit Buchen gemischte Nadelholzbestände; ist nun ein Hochwaldbestand auf steiler Lehne an sich schon eine Gefahr für den Bahnbetrieb, so muss umso mehr eingestanden werden, daß der mit gutem Vorbedacht hier normirte conservative Plenterbetrieb fort und fort mit der Gefahr zu spielen hat, indem sich derselbe mit der Fällung und Aufarbeitung der jeweilig vorhandenen massivsten Baumexemplare befasst, somit jene bedenkliche Massenbewegung auf der steilen Lehne hervorruft, welche exactweise besser vollständig zu unterbleiben hätte. Die Aufgabe, derartige Holzfällungsgeschäfte auf gefahrlose Weise zu bewerkstelligen, bildet nur zu oft ein gar schwieriges forsttechnisches Problem, dessen selbst ganz gelungene Lösung von Fall zu Fall in der Praxis durch allerlei geringfügige, außer mensch-

licher Macht und Voraussicht gelegene Zufälligkeiten durchkreuzt werden kann. So ist z. B. die Absicht, den Stamm immer in einer auf die steilste Terraingefällsline senkrechten Richtung zu fällen, eine ganz richtige; es ist aber aus der Erfahrung bekannt, wie leicht und oft selbst bei scheinbar totaler Windstille ein im kritischen Momente ganz unerwartet hinzukommender sanfter Windstoß den schweren Hochstamm in eine planwidrige Richtung stürzen kann, in welcher derselbe dann entweder sofort, oder — was noch schlimmer ist — nachdem er stundenlang ruhig liegen geblieben war, unerwartet thalwärts abfährt.

Wenn wir deshalb noch so sehr der Ueberzeugung sind, daß ein wie immer beschaffener Waldbestand auf der steilen Lehne besser sei, als gar keiner, so dürfen wir uns immerhin der Einsicht nicht verschließen, daß ein hochstämmiger Wald eigentlich niemals das Ideal eines Schutzbestandes sein könne. Das Bannlegungs-Erkenntnis im Geiste des Forstgesetzes vom 3. December 1852 mit allen seinen Consequenzen ist und bleibt deshalb eine empfindliche Belästigung für die Bahnverwaltungen sowie für die zur Executive berufenen Organe und bietet trotz alledem keine genügend beruhigende Gewähr für die Sicherung des Bahnbetriebes.

In Consequenz der bisherigen Betrachtung hätte das Ideal eines Schutzwaldes in unserem Sinne nachstehend entwickelten Programmpunkten zu entsprechen:

1. Ein Waldbestand, welcher den denkbar vollkommensten Schutz bieten soll, muss von solcher Constitution sein, daß seine Nutzung und Pflege niemals das Inbewegungsetzen einer dem Naturgesetze der Trägheit unterworfenen wuchtigen Masse erheischt.

2. Eine solche zufällige Massenbewegung ohne menschliche Einflussnahme muss sich im Vorhinein als völlig unwahrscheinlich darstellen.

3. Es muss mit angemessenen Mitteln möglich sein, den idealen Schutzbestand ausnahmslos überall, wo es noththut, über einen Sommer in solcher Vollkommenheit wirklich zu schaffen, daß derselbe schon im unmittelbar folgenden Frühling seinen directen Zweck zu erfüllen und auf unabsehbare Zeit hinaus zu gedeihen im Stande sei.

4. Die auf solche Art künstlich hervorgerufene Waldnatur muss den volkwirtschaftlichen Interessen der betreffenden Gegend entgegenkommen.

Betrachtung der vier Programmpunkte.

Ad 1. Wenn wir Stillstand jedweder wuchtigen Masse fordern, so müssen wir aber auch sofort zu der Einsicht gelangen, daß der Schutzbestand kein Hochwald sein darf, sondern immer nur ein solcher sein kann, wo das einzelne größte Materialstück forstlicher Nutzung ein Minimum an Masse repräsentirt.

Ad 2. Eine zufällige Massenbewegung von Holzmaterial erscheint schon durch Erfüllung der Bedingung ad 1 völlig ausgeschlossen und in Consequenz dessen auch das Mitgerissenwerden von Humus und unorganischer Substanz. Mithin bleibt nichts vorzukehren übrig, als Bäume zu pflanzen, welche kein Sturm umwerfen kann, und etwa noch das entsprechende Verankern absturzfähiglich zutage liegender, unaufklaubarer, größerer Steine, sowie die Wahl einer Waldculturmethode, gemäß welcher man nicht unabsehbare Jahre lang warten muss, bis die geschaffene Baumpflanzung genügend erstarkt.

Ad 3. Damit eine solche Baumpflanzung ihren Zweck überhaupt gut erfüllen könne, müssen bei der Holzarten-Auswahl zähl- und langlebige Baumspecies erster und zweiter Größe und, damit in diesem Sinne praktisch ausgiebig genug gearbeitet werden könne, allezeit in genügender Menge vorhandenes Pflanzmaterial in Aussicht genommen werden. Damit der künstlich geschaffene Waldbestand sofort als leistungsfähiger Schutzbestand dastehe, darf man sich nicht mit kleinen, zarten Pflänzlingen befassen, sondern es müssen ausschließlich Pflanzen von Stangenstärke in Betracht kommen. Auch muss mit deren Beschaffung die Vorsorge für den zur Ausführung der Pflanzung und für deren gesichertes Gedeihen erforderlichen Humus Hand in Hand gehen.

Ad 4. Wie bekannt, bildet in den österreichischen Gebirgs-ländern die Viehzucht die Hauptquelle nationalen Erwerbs und Wohlstandes. Die Landwirthschaft möchte dem Boden möglichst viel Viehfutter-Production abgewinnen, das Forstwesen womöglich jedes noch vorhandene Fleckchen Grasland am liebsten in Wald umcultiviren. Wenn also unsere Waldcultur den volkswirtschaftlichen Interessen verständnisvoll entgegenkommen soll, so darf sie keine Holz producirende, sondern eine entschieden auf Viehfutter-Production gerichtete sein.

Auf Grundlage des nun gewonnenen Ueberblickes ist es nicht mehr notwendig, nach den einzelnen Programmpunkten gesondert vorzugehen. Wir sind uns bereits klar darüber, daß unsere Schutzbestände nicht aus Nadelhölzern aufgebaut werden dürfen, sondern daß es geeignete Laubholzarten sein müssen, deren einjährige Triebe, im Hochsommer geerntet, an der Sonne getrocknet, sodann gebündelt und eingescheunt, ein gutes, gesundes Winter-Viehfutter abzugeben geeignet sind. Da es mit einem vollständigen Verfehlen des Hauptzweckes gleichbedeutend wäre, wenn man einen derlei Productionsbetrieb nach dem Formmuster der Korbweidencultur construiren wollte, so muss über allen Zweifel klar sein, daß derselbe absolut ein „Kopfholzbetrieb“ sein müsse. Denn, um den beabsichtigten Schutz mit Sicherheit gewärtigen zu können, muss eine solche Pflanzung der Hauptsache nach aus tief und breit wurzelnden, genügend widerstandsfähigen Baumschäften bestehen, welche nicht höher zu sein brauchen, als 1.5 bis 2 m und mit Rücksicht auf den secundären Zweck auch nicht höher sein sollten, damit die alljährliche Futterlaub-Gewinnung von der Baumkrone herab nicht unnötig erschwert und vertheuert werde.

Wenn wir jedoch die Pflanzung direct mit Exemplaren von Stangenstärke ausführen müssen, so dürfen keine aus Samen erwachsenen Pflanzen in Aussicht genommen werden, weil das Unternehmen von Haus aus an sozusagen unüberwindlichen Materialbeschaffungs- und Ausführungs-Schwierigkeiten scheitern müsste. Vielmehr erscheint es hier am Platze, daß man Nutzanwendung mache von der natürlichen Befähigung mancher Laubholzarten, unter entsprechenden Verhältnissen als vom Mutterstocke losgehauener, junger Schößling aus den Adventivknospen Wurzeln zu schlagen und zu einem selbstständigen Baumindividuum zu werden. Ganz unbedenklich und ziemlich sicheren Erfolg verheißend ist diese Pflanzungsmethode bei den meisten Weiden- und Pappelarten; denn solche Stecklinge gedeihen schon unter mittelmäßigsten Verhältnissen, wenn man sie zur geeigneten Jahreszeit ohne alle Umstände tief genug in das natürliche Erdreich einsteckt. Mit Baumweiden (von Strauchweiden gar nicht zu reden) und Pappeln ist jedoch für unseren Zweck nur äußerst wenig anzufangen; denn sie sind nicht langlebig, erfordern meist einen viel feuchteren Standort, als ihn die steile Berglehne zu bieten vermag, sind auch ausgesprochene Niedriggewächse mit wenig Accomodationsvermögen an beträchtlich hohe Standorte und überdies würden sie ein wegen seines übermäßigen Taningehalts sehr minderwerthiges Futter liefern. *) Es ist jedoch aus der Erfahrung

bekannt, daß sich auch noch andere Laubholzarten zur Fortpflanzung durch Stecklinge, u. zw. selbst in Stärkedimensionen von 4—6 cm sehr gut eignen, wenn man dem einzuleitenden Naturprocesse auf künstlichem Wege durch solche wachstumpotenzirende Mittel zu Hilfe kommt, wie sie die tropische Zone zu bieten vermag. Denn in der künstlich geschaffenen feucht-warmen Atmosphäre des gärtnerischen Treibhauses vermögen selbst ziemlich dicke, von Stockausschlag erwachsene Schößlinge solcher Laubholzarten aus ihren Adventivknospen üppig Wurzeln zu treiben, welche dies sonst in der freien Natur nicht zu thun pflegen. Hiedurch erweitert sich der Kreis unserer Holzarten-Auswahl, welcher nur noch durch die Rücksicht auf die Häufigkeit des Vorhandenseins von geeigneten Schößlingen und auf die Zählebigkeit, respektive das standortliche Accomodationsvermögen der verschiedenen Holzarten begrenzt bleibt. Vorläufig genügt es — um möglichst sicher zu gehen — nur auf die Winter- und Sommerlinde (mit thunlichster Bevorzugung der letzteren) für rauhes und nebstbei auch noch auf den weißen Maulbeerbaum und die Edelkastanie für Weinstockklima hinzuweisen. Die Linden können auch am besten den größten Theil des Pflanzmaterials liefern, weil es in den meisten Nieder- und Mittelwald-Wirthschaften Mittel-Europas allezeit einen ziemlichen Ueberfluss an geeigneten Lindenschösslingen gibt, mit welchen man wenig anderes anzufangen weiss, als sie von Fall zu Fall auf minderwerthiges Brennholz klein zu hacken. Die Linde ist ein äußerst zählebiger Baum erster Größe, dessen Lebensdauer an 800, ja sogar 1000 Jahre heranreicht, von sehr elastischem standortlichen Accomodationsvermögen; denn gedeiht sie auch, wie es ja selbstverständlich ist, auf minder zusagenden Standorten nicht üppig, so vermag sie selbst dort wenigstens ihre Existenz Jahrhunderte lang zu behaupten mit einer Zähigkeit, wie selten eine andere europäische Laubholzart. Finden wir doch die Winterlinde noch als ansehnlichen Baum auf der sehr rauhen nordost-europäischen Ebene und in reducirter Gestalt sogar jenseits des nördlichen Polarkreises; während die Sommerlinde als großer Baum in unseren Alpen ganz von Natur bis 1000 m Seehöhe und manchmal darüber hinaufsteigt. Kein Zweifel also, daß beide Arten sehr frostwiderstandsfähig sind und recht kurze Sommer vertragen. Jedenfalls wird auch die Winterlinde, obzwar sie mehr ein Niederungsbaum ist, selbst in unseren höchsten Gebirgslagen, knapp an der Waldvegetationsgrenze, noch ein für unseren Zweck befriedigendes Gedeihen entwickeln, wenn man sie nur die bedeutende Luftdruckdifferenz zwischen der Tieflage, der sie entnommen, und ihrem künftigen hochgelegenen Standorte nicht unvermittelt, sondern mit Zuhilfenahme einer einjährigen Station in der Mittellage durchmachen lässt. Es ist dabei zu bedenken, daß man diese Holzart nicht mit der Absicht nach den Hochbergen verpflanzen will, damit sie zu imposanten Bäumen erwachse, sondern nur um einen künstlich niedergehaltenen Kopfholzbestand von 2 bis 3 m Höhe zu gründen. Der Maulbeerbaum und die Edelkastanie können — jedenfalls in beschränkterem Maße — in den milden südlichen Gebirgsgegenden, wo sie ohnehin einheimisch sind, gleichfalls für unseren Zweck nach derselben Methode gepflanzt werden, wobei zu bemerken ist, daß der Maulbeerkopfschnitt eventuell auch als Seidenraupenfutter Werthschätzung finden könnte, während sich theilweise die Veredlung der Kastanie und deren Behandlung auf Fruchtertrag empfehlen dürfte. Nicht zu vergessen ist, daß man sich mit der Edelkastanie vor Kalkboden zu hüten hätte, weil sie eine entschieden kalkfeindliche Holzart ist. Sowohl der Maulbeerbaum als die Edelkastanie haben ein sehr zähes Reproductionsvermögen und können folglich unter der Kopfschnitt-Behandlung sehr lange ausdauern, wenn nur die Standortverhältnisse ihren etwas höheren Ansprüchen zu genügen vermögen. Wie gut und lange die Linden eine alljährlich wieder-

*) Es darf aber auf die Futterproduction nicht verzichtet werden, weil der Bestand alljährlich geköpft werden muss und folglich die Bahnverwaltung Ursache hat zu trachten, daß dieses Geschäft zum mindesten ohne Baarauslagen bewerkstelligt werden könne, was nur dann möglich ist, wenn der betreffende Arbeiter für seine Arbeit durch die unentgeltliche Ueberlassung des gewonnenen Materials genügend entlohnt

erscheint. Uebrigens ist es zweifellos, daß es oft möglich wäre, den alljährlichen Futterlaub-Ertrag am Kopfe, unter Voraussetzung der Selbstgewinnung durch den Ersterher, licitando zu verkaufen; denn erfahrungsgemäß ist das getrocknete grüne Laub mancher Holzarten ein ausgezeichnetes, vom besten Wiesenheu unerreichtes Winterfutter für Schafe, Ziegen und Wild.

kehrende Verstümmelung vertragen, dafür bietet beispielsweise der seit mehr denn 140 Jahren in französischer Manier gepflegte kaiserl. Park zu Schönbrunn einen augenfälligen Beweis.

Vorfragen zur Detaildisposition.

Schneelawinen gibt es bekanntlich zweierlei. Die einen kommen in der Richtung des größten Gefälles, sich auf der Höhe als verhältnismäßig kleiner Brocken loslösend und an Masse rapid zunehmend, über die steile Lehne herabgerollt; die anderen werden in minder steilen Wildbacheinschnitten durch Unterwaschung bei Thauwetter in Bewegung gesetzt und kommen abwärts gerutscht. In beiden Fällen ist leichtfertige Entwaldung des Terrains die Hauptursache. Gelingt es, die steilen Lawinengänge und die beiderseitigen Gehänge der Wildbacheinschnitte, u. zw. immer von zühöchst beginnend, künstlich wieder zu bewalden, so ist alles Uebel besonders dann gründlich behoben, wenn man überdies keinen absturzgefährlichen großen losen Stein auf der steilen Lehne duldet und die Wildbäche in bekannter Weise durch die sogenannten „Thalsperren“ abterrassirt. Noch weiter gehender Conceptionen bedarf es in der Regel nicht. Der Kern der Aufgabe ist specifisch forsttechnischer Natur und besteht einzig in der bis heute — meines Wissens — von Niemandem ersonnenen Kunst, über einen Sommer am Ursprungsorte der Gefahr einen wachstumsfähigen Schutzbestand zu gründen, welcher schon im nächsten Winter und Frühling widerstandsfähig genug wäre, um keine Lawinenbildung aufkommen zu lassen. Ist der künstlich gegründete Waldbestand nicht derb und widerstandskräftig genug, dann ist es schade um Mühe und Kosten, denn er wird durch das nämliche Uebel alsbald vernichtet, welchem man damit vorzubeugen wähnte.

Die Lawinengefahr mit ihren Derivaten ist, wie bereits gesagt, das Product leichtfertiger Waldbehandlung. Sie würde kaum so häufig vorkommen als es der Fall ist, wenn sie der Leichtfertigkeit sofort im vollsten Umfange ihrer Entsetzlichkeit nachgefolgt käme. Leider stellt sie sich nur innerhalb längeren Zeitraumes, erst scheinbar unbedenklich klein und nur allmählich wachsend ein, so daß der Ueberblick ihrer zu sehr ausgedehnten Causalitätskette unklar und eben durch diese Unklarheit die Wirkung vorkommender Fälle des vollendeten Unheils als abschreckendes Beispiel sehr abgeschwächt wird. In den meisten Fällen haben im Dienste der Montanindustrie wirkende Forstleute mit ihren ausgedehnten Kahlschlägen das Uebel verschuldet und namentlich durch das sogenannte „Erdgefährten“ des großen Holzmassenanfalles direct über die steilen Lehnen hinab den künftigen Lawinen ihre Wege gewiesen. Daß sich auf den kahl gehauenen Blößen alsbald Graswuchs einstellt und dieselben sodann beweidet werden, ist folgerichtig; aber es darf daraus nicht geschlossen werden, daß der Weidegang das Lawinenübel hervorruft, wie dies von befangener Seite so lange und oft glauben zu machen versucht wird; denn im rationell gepflegten und genutzten Walde kann ja nicht einmal Gras wachsen, weil es dort dazu an directem Sonnenlicht fehlt, folglich der Weidegang schon wegen des Grasmangels an sich unmöglich wäre. Es ist aus der Erfahrung bekannt, daß selbst auf der kahl gehauenen Lehne keine Lawinenbildung platzgreifen kann, wenn nur die zurückgebliebenen Baumstücke ziemlich hoch sind. Erst wenn die Stücke und ihre das Erdreich zusammenhaltenden Wurzeln verfault sind, verliert die Bodenkrume den Halt in sich selbst und unterliegt dann der Abschwemmung durch die Niederschlagswässer, so wie sich auch die Lawinengefahr einstellt. Dieß pflegt binnen 15 bis 20 Jahren nach der Abholzung einzutreten, insofern nicht bis dahin ein neuer Waldbestand von genügender Stärke auf der betreffenden Fläche festen Fuß gefasst hat. Mit den gewöhnlichen künstlichen Aufforstungs-Methoden ist aber in einem solchen Falle fast gar nichts zu erreichen.

Doch wir wollen uns nicht mit der Lawinengefahr im Allgemeinen, sondern nur mit der Frage der Sicherung des Bahnbetriebes gegen dieselbe befassen und begreifen unter dieser Gefahr cumulativ das wilde Anlangen über die benachbarte Lehne oder im Wildbacheinschnitte herankommender wichtiger Material-

massen am Bahnkörper, gleichviel ob diese Massen aus Schnee, Steinen, Erde oder Holz bestehen, und es ist unsere Aufgabe, mittelst geeigneter technischer Vorkehrungen einer derlei Gefährdung des Bahnbetriebes wirksam vorzubeugen. Daß dieser Zweck vorzugsweise durch Gründung widerstandsfähiger Schutzbestände am bestehenden Lawinenterrain erreicht werden könne, wurde bereits im Vorstehenden entwickelt. Auch haben wir die Einsicht gewonnen, daß und warum es nicht am besten sei, Hochwaldbestände auf gegen die Bahnachse abgedachten steilen Lehnen zu dulden; geschweige denn für dieselben durch im Geiste des Forstgesetzes von 1852 gemünzte Bannlegungs-Erkenntnisse eine Art Heiligsprechung zu schaffen, oder gar solche in den Lawinengängen vom neuen künstlich gründen zu wollen. Vielmehr wird es rationell erscheinen müssen, nach gelungener Bepflanzung der bestehenden Kahlfächen mit Kopfholzbestand auch an die allmähliche gründliche Abräumung der in Bann gelegten Hochwaldbestände, sowie deren Ersatz durch Kopfholzbetrieb-Bestände zu denken.

Die Detaildisposition.

Damit unser künstlicher Schutzbestand seine Aufgabe sofort und nicht etwa erst nach Jahren befriedigend erfüllen könne, muss nicht nur die Zahl der bestandbildenden Baumindividuen, d. h. die Bestandesdichte, eine ausreichende sein, sondern auch jedes einzelne Individuum in Bezug auf Standfestigkeit und Gedeihens-Aussicht nichts zu wünschen übrig lassen.

Es wurde eine Pflanzung mit 4 bis 6 cm dicken, 2.5 bis 3 m langen, vorher im Treibhause künstlich bewurzelten Laubholz-Schößlingen in Aussicht genommen. Hiedurch käme sowohl die bisher übliche Aufforstung der gefährlichen Lehnen mit zarten Nadelholz-Pflänzchen, als auch das zum Schutze der letzteren notwendige Bespicken des bepflanzten Terrains mit Weingartenpfählen in Wegfall; denn die lebenden Setzstangen ersetzen beides in vortheilhafter Weise. Die Standfestigkeit unserer Setzstangen kann durch ein gar einfaches Mittel ungemein gesteigert werden, wie folgt:

*Unser Pflanzindividuum darf keine einfache Setzstange, sondern es muss eine aus drei solchen Stangen zusammengefügte Pyramide sein!**

Auf horizontalem Boden gepflanzt gedacht, wäre die Pyramidenbasis ein gleichseitiges Dreieck von ungefähr 1.75 m Seitenlänge, die Pyramidenachse lothrecht, in die Mitte des Basisdreieckes fallend. In jeder Basis Ecke wäre eine Stange zu pflanzen, welche mit ihrem unteren, auf 40 bis 50 cm Länge bewurzelten Ende unter den Horizont, u. zw. mit der entsprechenden Neigung nach dem etwa 1.75 m hoch gedachten Pyramidenscheitel zu stehen kommt. Im Scheitel treffen die drei Stangen zusammen und überragen denselben mit ihren überschüssigen Längen um noch je 20 bis 30 cm. Diese drei Stämme haben den Ansatz der künftigen kugelförmig zu gestaltenden Baumkrone zu bilden, während an den drei Schäften vom Scheitel abwärts keinerlei Zweigbildung zu dulden ist. An den Berührungstellen der Stangen im Pyramidenscheitel werden mit scharfem Messer mäßig große, aufeinander passende Flächen angeschnitten, die Scheitelstelle nach deren Zusammenpassung mit flüssigem Baumwachs übertüncht, mit einem Papierstreifen über der Tünche bandagirt und hierauf mit Bast fest zusammengebunden. Daß die drei Stangen an der copulirten Stelle binnen drei Wochen mit einander innig verwachsen, ist durch alte Erfahrung sichergestellt. Auf geneigtem Terrain bleibt die Formdisposition der Pyramide im Wesentlichen die gleiche. Besonders ist die Lothrechtstellung der Achse beizubehalten, nur tritt je nach Maßgabe des Neigungswinkels die Modification ein, daß alle drei Stangen nicht gleich lang sein können. Man setzt am vortheilhaftesten zwei längere Stangen auf gleicher Höhe von thalseits an und von oben die kürzere dritte. Eine Pflanzung von 900 Stück solcher Pyramiden

*) Verfasser wahrt seinen Anspruch auf die Priorität dieses Gedankens und ist auch der Meinung, daß sich das Pyramiden-System selbst dort, wo nur die oberwähnten Verpfählungen in Betracht kommen, in Anwendung auf dieselben gleichfalls bewähren müsste.

per Hektar in halbwegs regelmäßigem Dreiecksverbande wird reichlich genügen, damit dieser Kunstwald sich als volle Sicherheit bietender Schutzbestand bewähre.

In der Praxis würde es zunächst darauf ankommen, solche Pflanzungen an völlig baumlosen verwüsteten Orten auszuführen, wo es vielfach an Erdreich fehlt, oder letzteres gar gänzlich bis auf die nackte Felsunterlage abgeschwemmt ist. Die allmähliche, in Form von Berg zu Thal gerichteter schmaler Streifen vorrückende Umwandlung der mehr oder minder intacten bisherigen Bannwälder in Kopfholzbestände könnte immerhin erst nach gelungener Beseitigung der größten Uebel an die Reihe kommen. Uebrigens ist es im Vergleiche zu der vordersten Aufgabe ein Leichtes, in einer vorhandenen Waldvegetation durchgreifende Umwandlungen der Bestandesform und Betriebsart mit Erfolg durchzuführen. Denn dort, wo man einen Waldbestand in der Gegenwart antrifft, sind sicherlich auch noch die Wachstumsbedingungen für eine nächste Waldesgeneration vorhanden. Hingegen lassen die baumlosen Orte mit Gewissheit darauf schließen, daß dort weder Bäume aus dem von der Natur stets reichlich gesäeten Samen gedeihen können, noch solche, welche durch Menschenhand eingepflanzt werden, insoweit als es verabsäumt bleibt, die fehlenden Wachstumsbedingungen richtig zu erforschen und womöglich herbeizuschaffen. Das Haupthindernis des Gedeihens einer Ansaat oder Anpflanzung in der Waldwüste ist in der Regel nicht, daß es an dem erforderlichen Humusquantum gänzlich fehlen würde, sondern daß der vorhandene Humus an Pflanzennährstoffen gehaltlos ist. Damit unsere Anpflanzung gut gedeihen könne, muss ihr der Boden, worin sie unmittelbar wurzelt, eine geradezu üppige Ernährung bieten. Das quantitative Erfordernis an Humus ist verhältnismäßig gering. Es genügen davon ja reichlich 15 dm^3 im unmittelbaren Wurzelbereich der einzelnen Setzstange. Daher wäre es überall möglich, den Humus, insofern derselbe direct an der Pflanzstelle nicht vorhanden, von einem nächstgelegenen Orte herbeizutragen. Wenn man jedoch den in solchen Oertlichkeiten vorhandenen Humus chemisch untersucht, so wird sich fast immer Mangel an üppigem Nährstoffgehalte herausstellen. Aus diesem Grunde erscheint es unerlässlich, daß beizeiten an Ort und Stelle durch Anlage von Komposthaufen vorgesorgt werde, in welchen der angesammelte Humus erst einem agriculturchemisch rationellen Meliorationsverfahren zu unterziehen ist. Sobald dieser allerwichtigste Behelf zur Verfügung steht, kann die Anpflanzung auch gut und sicher gedeihen, gleichviel, ob sie auf magerer Bodenkrume, am Felsen oder auf blanker Schutthalde in Ausführung kommt.

Zum Hervorzüchten der Wurzeln an den im Winter gefällten Setzstangen bedarf es eines sachkundigen Gärtners und eines in hoch und dem Pflanzorte nahe genug liegender Bahnstation zu errichtenden Treibhauses sammt zugehörigem Eiskeller. Es genügen 12 m^2 Glasdachfläche am Treibhause zur Unterbringung von 1000 Stangen, wenn die Wurzelcultur in einem Gemenge von Humus und Sand erfolgt. Bei der sogenannten

Wasser-Cultur (Eintauchen der Stangen in mit chemischen Nährstofflösungen gesalzenes Wasser) wären jedoch nur 8 m^2 Bassin-, bzw. Glasdachfläche zu 1000 Stück erforderlich. Der Eiskeller erscheint deshalb unentbehrlich, weil sonst das Pflanzgeschäft nur an eine kurze Spanne des in der Centralstation eben eingetretenen Frühlings gebunden wäre, weil der Zeitpunkt des Frühlungseintrittes am Pflanzorte selbst mit jenem in der Centralstation meist nicht coïncidirt, wohingegen man das Pflanzgeschäft ganz bequem bis Mitte Juli fortsetzen kann, wenn die bewurzelten Setzstangen durch das Lagern im Eiskeller in ihrem Winterschlaf künstlich erhalten und so am Erwachen ihrer vegetativen Energie bis zum passenden Zeitpunkte verhindert werden.

Die Bestandspflege fällt mit dessen Nutzung in eine Action zusammen und ist im Vergleich zu jener des landläufigen Bannwaldes sehr bequem und gefahrlos. Man geht alljährlich im August mit einer großen Spalierscheere von einer Pyramide zur anderen und schneidet das junge grüne Reis, auf das Verbleiben einer kugelförmigen Baumkrone von 50 bis 60 cm Durchmesser antragend, herab. Die weitere Behandlung des herabgeschnittenen, landwirtschaftlich sehr schätzenswerthen Materials gehört nicht mehr in den Bereich der Erwägungen einer Bahnverwaltung. Mit zunehmendem Alter der Pyramiden werden ihre Schäfte erstarken, der Kronendurchmesser zunehmen und somit der jährliche Materialertrag an Futterlaub nach ungefähr zehn Jahren wahrscheinlich das Quantum von 1000 bis 1500 kg Trockensubstanz per Hektar erreichen. Man darf also sogar auf eine mäßige Verzinsung des in solcher Weise investirten Capitals rechnen und getrost an die Umwandlung der weder ertragsfähigen, noch den Bahnverkehr ausgiebig genug schützenden hochstämmigen Bannwälder in Kopfholzbestände schreiten, sobald bezüglich der Aufforstung völliger Waldwüsten nach dieser Methode günstige Erfahrungen vorliegen werden.

Sollte es irgendwo auf einen kleinen praktischen Versuch mit dieser Methode ankommen, so könnten die ersten Lindenstangen im nächsten Winter bezogen und sofort irgend einer fachmännisch gut geleiteten Gärtnerei, welche Treibhäuser besitzt, in Behandlung gegeben werden. Züchtet man die Wurzeln an den Stangen in röhrenförmigen Körben von 60 cm Länge und 13 cm lichter Weite, indem man die Körbe mit einem Gemenge von Humus und etwas Sand füllt und die Stangen hineinsteckt, so kann nachher der Transport und die Verpflanzung sammt dem Korbgeflecht zu ganz beliebiger Zeit erfolgen und eine Begutachtung der Culturmethode schon gleich im Herbste desselben Jahres stattfinden. Ohne Zuhilfenahme des Korbgeflechtes, welches zwar bei einem kleinen Versuche im Kostenpunkte keine erhebliche Rolle spielt, jedoch zur Anwendung im größeren Maßstabe kaum empfehlenswerth wäre, würde es eben um ein volles Jahr länger dauern, bis zu einer Begutachtung geschritten werden könnte, weil die bewurzelten Stangen alsdann erst im nächsten Winter aus dem Treibhause zu nehmen und einzukellern wären, um im folgenden Vorsommer in's Freie verpflanzt werden zu können.

Die Donau von Regensburg bis Turn-Severin in ihrem heutigen Zustande.

Von Friedrich Büchtes, Hafenbau-Director i. R.

(Fortsetzung zu Nr. 26.)

2. Oesterreich.

Die österreichische Donautrecke von Engelhartzell bis Theben umfasst eine Länge von rund 348 km . Vom ersten Orte bis Linz fließt der Strom (mit Ausnahme der kurzen Strecke Feldkirch—Ottensheim) in einem schon von der Natur aus geregelten Bette. Hier jedoch theilt sich der Fluss in zahlreiche Arme, um bei Grein, eingekellt zwischen beiderseitigen Steilufern, in einem verengten Bette bis Krems zu fließen. Von hier bis Theben theilt sich der Strom in der niederösterreichischen Tiefebene in zahlreiche, Auen und Inseln bildende, Arme mit zunehmender Geschwindigkeit und größerer Wassermenge.

Durch die Aufnahme des Inn schon bei Passau zu einem mächtigen Strom geworden, betritt die Donau in einer Breite

von 233 m das österreichische Gebiet. Die Verhältnisse der nun folgenden an beiden Ufern liegenden Nebenflussgebiete sind sowohl in Bezug auf Bodengestaltung als auch atmosphärischen Niederschlag sehr ungleich. Während die auf der nördlichen Seite oder dem linken Ufer entspringenden Flüsse der Donau eine verhältnismäßig unbedeutende Wasservermehrung zuführen, zeigt sich das hydrographische Netz in weit größerer Fülle und Mächtigkeit auf dem rechten Ufer. Hier sind es die Flussgebiete der Traun und der Enns, sowie die der kleineren Alpenflüsse Niederösterreichs, deren Bodenbedeckung durch dichten und meist forstgerecht gepflegten Waldbestand ausgezeichnet ist und daher im Vergleiche zur Lauflänge der Flüsse eine bedeutende Wassermasse liefert. Die vermehrte Wassermenge erheischt naturgemäß auch eine größere

Durchflussöffnung und finden wir auf der Strecke Stein—Wien die Normalbreite mit 300 m und unterhalb Wien mit 380 m bemessen. Durch diese Profile fließt ein Wasservolumen, welches in der Secunde zwischen 700 und 4700 m³ variirt. Diese große Differenz im Volumen, verbunden mit dem unregelmäßigen, in zahllose Arme zersplitterten Laufe des Stromes bilden Schwierigkeiten, deren Lösung sowohl an technisches Wissen als auch an finanzielle Kraft besondere Anforderungen stellt, um aus dem verwilderten Zustande des Stromes einen geregelten zu schaffen.

Ob die zur Correction der österreichischen Donaustrücke aufgewendeten Geldmittel genügend sind, wird die Folge lehren. Jedenfalls sind sie nicht unbedeutend und haben (nach Oelwein) in dem Jahrzehnt von 1884—1893 die Summe von 14,118.800 fl. verschlungen, wovon auf Niederösterreich allein (181 km) 12 Millionen entfallen. *) Die für letzteres jährlich ausgegebenen Summen werden durch das Reichsraths-Gesetz vom Mai 1882 gedeckt, durch welches ein Betrag von 24 Millionen Gulden für die Regelung des Donaulaufes von der Ipser-Mündung bis zur Grenze bei Theben votirt wurde. Jedoch ist die Verausgabung dieser Summe an die Bedingung geknüpft, dieselbe auf den Zeitraum von 20 Jahren zu vertheilen. Ob diese arge Verzögerung vom hydrotechnischen und besonders handelspolitischen Standpunkte zu billigen ist? Diese Frage wurde schon im Laufe der früheren Jahre von berufener Seite verneint und an kompetenter Stelle das Ansuchen um die Gewährung einer kürzeren Baufrist gestellt, jedoch ohne jeden positiven Erfolg. Die mit der Correction der niederösterreichischen Strecke betraute Donauregulierungs-Commission trifft demnach ihre Vorkehrungen und sucht die in technischer Beziehung nicht zu leugnenden Uebelstände der Situation nach Möglichkeit zu beseitigen. **)

Das Hauptaugenmerk der Commission war und ist auf die Behebung der wiederholt aufgetretenen Ueberschwemmungen *** und nur in zweiter Linie auf die Verbesserung der Schiffsfahrtsverhältnisse gerichtet. Nach welchen Principien und Systemen nun die Commission vorgeht, um ihrer Aufgabe nach beiden Richtungen zu entsprechen, ist schon wiederholt durch Wort und Schrift erörtert und namentlich durch die seitens des Oberbauleiters Herrn k. k. Ober-Baurath Fä n n e r gemachten Mittheilungen über Stand und Erfolge der Arbeiten zur Kenntnis unseres Vereines gebracht worden. Aus denselben erhellt, daß die früher eminente Gefahr der Ueberschwemmungen wesentlich abgeschwächt und der größte Theil der noch vor einem Jahrzehnt bestandenen Schiffsfahrts-Erschwernisse beseitigt worden ist. Diese Erschwernisse bildeten in dem durch außerordentliches Niederwasser ausgezeichneten Jahre 1887 den Gegenstand der eingehendsten Discussion im Schoße des Donau-Vereins, in welcher die Organe der Baubehörde, auf die seit 1882 erzielte Besserung der Stromverhältnisse hinweisend, die zuverlässige Aussicht eröffneten, daß das durch die Regulierungs-Arbeiten angestrebte Ziel, auf der ganzen Linie der Fahrinne eine Tiefe von 3 m unter Null zu schaffen, auch sicher erreicht werden würde. Diese Erwartung ist schon heute zum größten Theile in Erfüllung gegangen und deutet die auch von den Schiffsfahrts-Interessenten anerkannte wesentliche Verbesserung der Wasserstraße darauf hin, daß

*) Auch die Zuflüsse der Donau, als: Inn, Salzach mit Saale, Traun und Enns werden regulirt und haben die Kosten im abgelaufenen Jahrzehnt je 271.000, 863.600, 648.500 und 62.700 fl. betragen. Die neueren Regulierungsprojecte für die genannten Flussläufe sind bereits aufgestellt und werden nach Maßgabe der bewilligten Mittel zur Ausführung gelangen.

**) In der letzten Zeit scheint übrigens eine Wendung zum Besseren durch ein rascheres, für die Arbeiten eingeschlagenes Tempo eingetreten zu sein, da in dem verflossenen Baujahre eine Gesamtsumme von 1.746.000 fl. für Neubauten und Erhaltungsarbeiten zur Verwendung gebracht wurde, von welcher auf die I. Ober-Ingenieur-Abtheilung (Ipser-Mündung—Nussdorf) 573.700 fl., auf die II. (Nussdorf—Albern) 301.800 fl. und auf die III. (Albern—Theben) 863.000 fl. entfallen. Hievon kommen auf Baggerungen je 235.600 fl., 244.400 fl., 49.400 fl.

*** Nach Fä n n e r haben die bekannten größten Ueberschwemmungen ohne Eisgang in den Jahren 1787, 1862 und 1883 stattgefunden, während in Folge von Eisstopfungen die Strecke Wien—Theben in den Jahren 1830, 1847, 1849, 1850, 1871, 1876 und 1880 überschwemmt wurde.

die angewendeten Verfahrungsweisen und ausgeführten Bauten sich bewähren. Wir glauben daher von einer detaillirten Aufzählung der regulirten Strecken absehen und uns auf die kurze Beschreibung der betreffenden Typen für die Bauwerke beschränken zu sollen. *)

Die Uferschutz-, Hufschlag- und Anlände Bauten werden in der Regel bis zur Höhe des natürlichen Terrains nach Profil der Fig. 1 durchgeführt. Die zweifüßige Böschung und der an die-

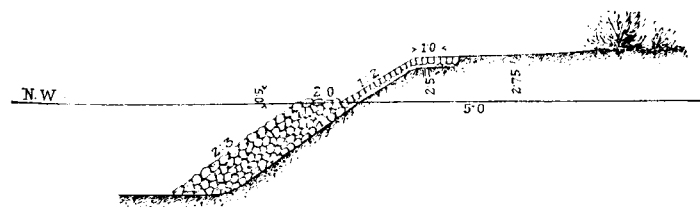


Fig. 1.

selbe anschließende 1 m breite Streifen der Krone wird mit einer 0.30 m starken Steinpflasterung, welche auf einer Schotterunterlage ruht, bedeckt. Zur Stütze und zum Schutze des Pflasterfußes wird ein Grundwurf angeordnet, welcher 2 m Kronenbreite hat und bis 0.50 m über Nullwasser reicht. Die Böschung des Grundwurfes wird in der Regel wie 1:1½ angelegt.

Die Leitwerks- und Abschlussbauten werden nach Profil der Fig. 2 in der Regel aus Schotter und nur an jenen Stellen mit

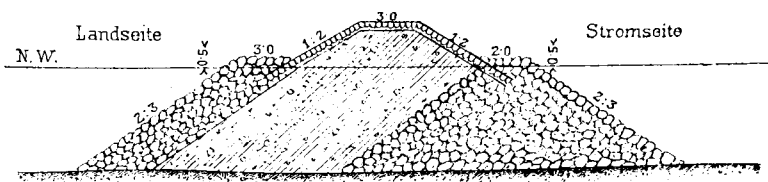


Fig. 2.

Bruchsteinen ausgeführt, in welchen eine grosse Wasserspiegeldifferenz zu erwarten steht. Die Höhe dieser Bauten erreicht, wenn das Terrain, in welches sie eingebunden werden, es ermöglicht, 2.5 m über Null. Die Krone wird 3 m, wenn es besondere Verhältnisse bedingen, 4 m breit gemacht. Die beiderseitigen Böschungen sind zweifüßig. Krone und Böschungen werden mit 0.30 m starken Steinen eingepflastert. Die Ausführung der Arbeiten beginnt in der Regel mit der Herstellung des stromseitigen Grundwurfes, welcher 2 m Kronenbreite erhält und bis 0.5 m über Null reicht, dann erfolgt die Schotteranschüttung, welche an der Landseite sofort mit Bruchsteinen in Form einer Berme überdeckt wird. Die Berme erhält eine Kronenbreite von 2—3 m und reicht 0.5—1 m über Null.

Der Inundationsdamm wird nach Profil der Fig. 3 in der Höhe von 5.8 m über Nullwasser und mit einer Kronenbreite von

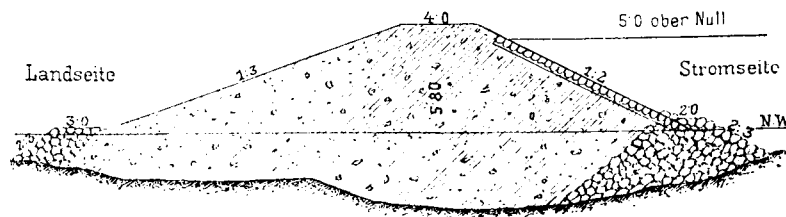


Fig. 3.

4 m hergestellt. Derselbe erhält landseitig eine 3füßige und stromseitig eine 2füßige Böschung, welche letztere bis zur Höhe von 5 m über Nullwasser gepflastert wird.

*) Als weniger bekannt gedenken wir der Kilometrirung, welche im vergangenen Jahre auf der ganzen niederösterreichischen Strecke zur Durchführung gekommen ist. Sie wurde in der Weise vollzogen, daß der Kilometer 0 in der Mitte des Stromes genau in den Meridian des Stefandomes fällt und von hier sowohl stromauf- als -abwärts die Kilometer laufen, und zwar 136.5 km bis an die oberösterreichische Grenze, wo sich die Kilometrirung bis zur bayerischen Grenze fortlaufend anschließt und 49 km bis an die ungarische Grenze bei Theben. Die Gesamtauslagen für diese Kilometrirung haben sich auf 8100 fl. belaufen.

An jenen Stellen, wo der Inundationsdamm über Donauarme geführt wird, erfolgt dessen Herstellung nach dem Profil der Fig. 4.

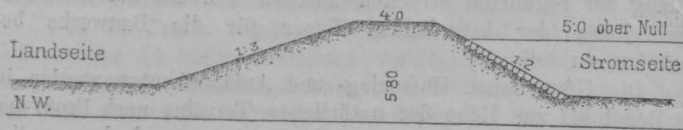


Fig. 4.

Was nun die oberösterreichische Donau von circa 170 km Länge betrifft, so kann von derselben nicht gleich Günstiges wie von der niederösterreichischen berichtet werden. Ob die vielleicht ungenügenden Geldmittel oder das aus Spar-samkeitsrücksichten noch häufig angewendete System des Faschinenbaues hieran die Schuld trägt, konnten wir nicht in Erfahrung bringen. Thatsache ist, daß dort noch eine große Anzahl wunder Punkte besteht. So ist die von der schweren Schifffahrt verlangte Tiefe von 3 m. nur auf kurzen Strecken vorhanden, dann ist die Fahrbahn durch Versandungen und Geschiebe-Ablagerungen an

halten soll. Die Entscheidung darüber zu treffen, ob und an welchen Orten Leitwerke und sonstige Versicherungen anzu-bringen sein werden, wurde jenem Zeitpunkte vorbehalten, in welchem genügendes Beobachtungsmaterial über die Wirkungen der im Struden-Canal zu vollführenden Ausräumung vorhanden sein wird. Unter diesem Vorbehalte umfasste das Regierungs-project zunächst die Abtragung des sogenannten Bomben- und Wildrissgehäichels sowie die Verbesserung der rechtsseitigen Ufer-linien nächst der Wörther Insel. (Siehe nachfolgende Skizze der Situation [Fig. 5] im Maßstabe von 1 : 6000, welche einem von der Bau-Unternehmung gelieferten Plane entnommen ist.)

Die Ausführung dieser Arbeit erheischte außer der Her-stellung von Trockenmauerwerk, Steinwürfen und Pflasterungen noch Felsensprengungen im Betrage von 35.000 m³, davon 71% unter Wasser. Diese submarinen Sprengungen bildeten den eigentlich interessanten Theil der unter sehr erschwerten Localverhältnissen zu besorgenden Arbeiten. Diese sind noch ungünstiger als im Binger-loche am Rhein und beim eisernen Thor an der unteren Donau und kennzeichnen sich durch eine außergewöhnliche Geschwindig-

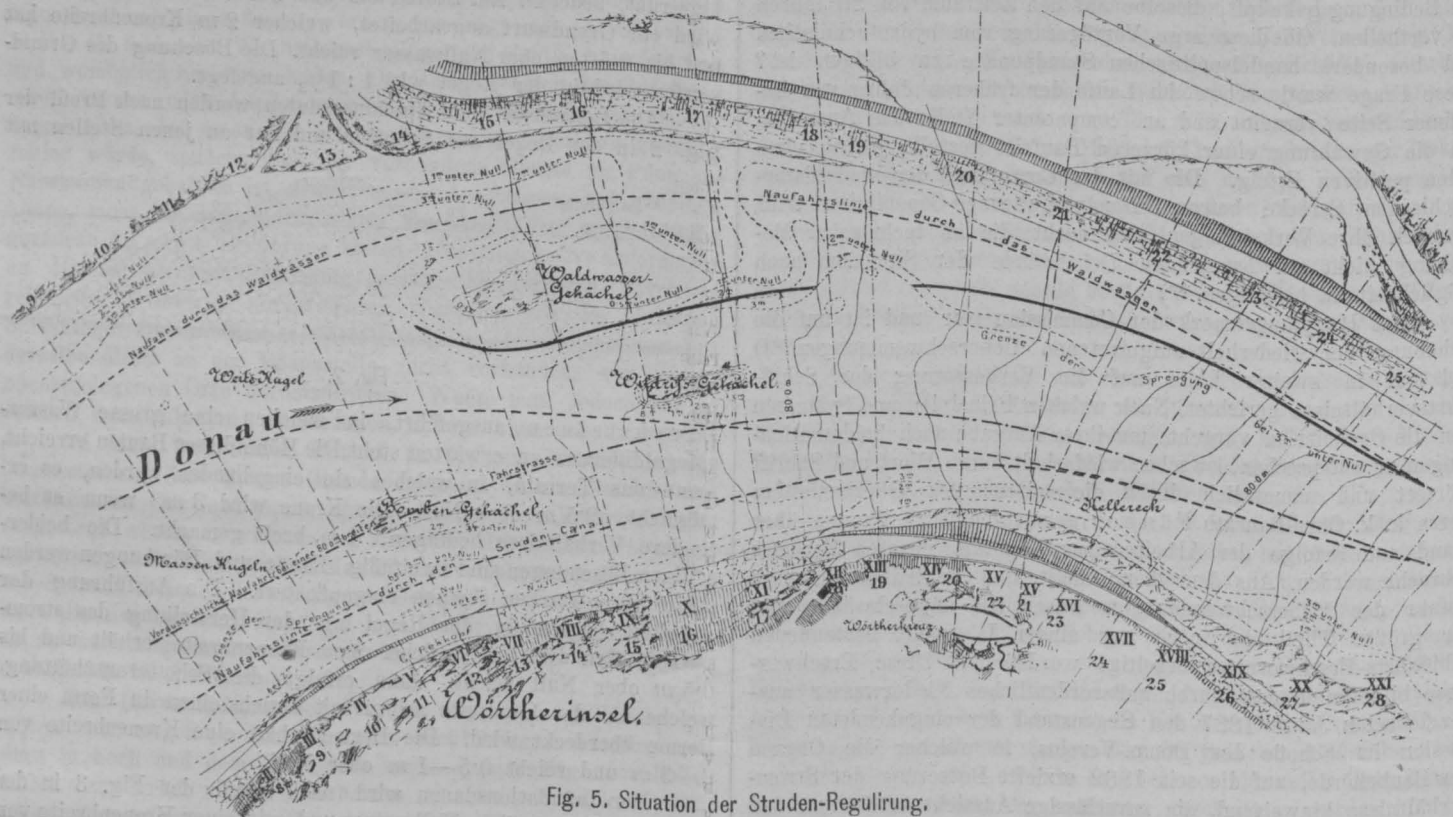


Fig. 5. Situation der Struden-Regulierung.

manchen Stellen so verengt worden, daß sie für das Ausweichen in entgegengesetzter Richtung sich begegnender Schiffe ungenügend ist, endlich wird an zahlreichen Punkten das Flussbett durch felsigen Untergrund oder durch isolirte große Steinblöcke (soge-nannte Kugeln) in der Tiefencôte so alterirt, dass darunter die Schifffahrt namentlich bei Niederwasser empfindlich leidet.

Wenn diese nicht zu läugnenden Uebelstände heute noch auf der currenten Strecke der oberösterreichischen Donau bestehen und dringende Abhilfe erheischen, so sind dafür in der letzten Zeit zwei wichtige Herstellungen im Interesse der Schifffahrt zur Ausführung gekommen. Es sind dies die Regulierung des Struden bei Grein und die Hafenanlage in Linz.

Die Regulierung des Struden hat den Gegenstand eines sehr eingehenden und die Frage nach allen Richtungen beleuchteten Vortrages gebildet, welcher vom k. k. Hofrath Herrn Rössler im Vereine gehalten und in dem zweiten Hefte der Zeitschrift vom Jahre 1891 vollinhaltlich veröffentlicht wurde. Nach den Mittheilungen des Vortragenden bestand die am Struden geplante Regulierung der Donau in der Herstellung einer Wasser-straße, welche eine nutzbare Breite von 80 m und eine Tiefe von 3 m unter dem am Strudener Pegel fixirten Nullwasser er-

keit des Stromes sowie eine sehr starke Zerklüftung des Fluss-bettes, welche zu den bekannten Wirbeln und Gegenströmungen Veranlassung gibt. In Berücksichtigung dieser ungünstigen Mo-mente musste man von der am Rhein und der Elbe angewendeten Taucherglocke zur Herstellung der Bohrlöcher Umgang nehmen und sich von der heftigen Strömung, welche eine feste Ver-ankerung des Bohrschiffes in hohem Grade erschwerte, unabhängig machen. Dieses wurde durch die dem Unternehmer, Herrn A. Schlepitzka patentirte Diamant-Kronen-Bohrmaschine mit elektrischem Antriebe zu erreichen versucht. Diese Maschine, deren Bau und Wirkungsweise in dem früher erwähnten Vor-trage ausführlich beschrieben wurde, entsprach jedoch nicht den gehegten Erwartungen, indem einestheils die häufige Um-stellung des Apparates wegen der ausgebreiteten Objecte große Kosten verursachte und andererseits, weil durch die heftige Strömung das Gestänge verschoben und die Diamanten in Folge des starken seitlichen Druckes herausfielen oder zersplitterten. Man sah sich daher gezwungen, zu dem auch in Bayern ange-wendeten Schlag- und Stoßbohrsystem zurückzukehren, deren Gussstahlbohrer (bis zu 7 m lang und 48 mm im Durchmesser) von montirten Bohrschiffen mit Hand betrieben wurden.

Jedoch gestatteten die heftigen Strömungen des hohen und mittleren Wasserstandes nicht die ungefährdete Verankerung der Schiffe und beschränkte die Herstellung von submarinen Bohrminen auf die Epochen des Niederwassers und speciell auf die Wintermonate, in welchen sozusagen allein gearbeitet werden konnte. Trotz dieser empfindlichen Beschränkung der Arbeitszeit nahmen die Sprengungen ihren normalen Verlauf und sind (nach den Versicherungen des Unternehmers) bis auf kleinere Nacharbeiten am Canal sowie am Bomben- und Wildrissgehäkel, welche die Zeit von circa drei Wochen in Anspruch nehmen sollen, vollendet worden. Der demnach in vier Jahren erzielte Arbeitsfortschritt drückt sich in folgenden Ziffern aus: Es wurden Sprengungen im Ausmaße von ungefähr 22.700 m³ (davon 10.700 auf Land) ausgeführt, von welchen 19.200 mittelst Priestmann'schem Excavator gehoben wurden und wieder Verwendung fanden; ferner Trockenmauerwerk im Belaufe von 1500 m³, Pflasterungen von 4000 m² u. s. f. Mit der Beendigung der genannten Arbeiten ist auch der für dieselben veranschlagte Kostenbetrag von circa 350.000 fl. erschöpft worden.

In welcher Weise ist nun die erhoffte Verbesserung der Schifffahrtsverhältnisse am Struden durch die Ausführung der Regulierungsarbeiten erreicht worden? Diese Frage konnte in ihrer Gänze von den Theilnehmern der Stromschau umsoweniger beantwortet werden, als die Besichtigung der neuen Situation kaum eine Stunde währte und die Durchfahrt bei hohem Mittelwasser stattfand.*) Nach den jedoch von verlässlicher Seite erhaltenen Auskünften lassen sich die erzielten Resultate in Folgendem zusammenfassen:

1. Das Bombengehäkel ist auf 0.60 m und die Wildriss auf 1 m unter Null Strudener Pegel abgeräumt.

2. Die von den Organen der Donau-Dampfschiffahrts-Gesellschaft im Beisein des k. k. Strombauleiters am 30. März l. J. vorgenommene Sondirung des Strudens hat eine Wassertiefe von 2 m bei + 0.84 m des Strudener Pegels ergeben. Bei dem Umstande jedoch, daß die Messungen bei der großen Strömung des Wassers nicht auf absolute Genauigkeit Anspruch machen können, ist das Ergebnis fernerer Messungen noch abzuwarten.

3. Der Wasserspiegel hat in Folge des erweiterten Flussprofils eine Senkung von 0.18 m erlitten und sind trotz der erfolgten Absprengung der Felsriffe und Felskuppen die örtlichen Stauungen und Wirbelbewegungen des Wassers nicht ganz behoben worden. Nach einer anderen Version hat die Wasserspiegel-senkung im vergangenen December 0.24 m erreicht und dürfte heute 0.32 m betragen.

4. Die Strömung im Canale selbst ist zwar eine geringere, hat aber dessen Fahrbarkeit weder stromauf- noch abwärts verbessert. Jetzt wie früher zieht bergwärts ein Dampfer nur einen Schlepp mit der Ladung von 4500—5300 q**) und passiren thalwärts sowohl Ruderschiffe als Dampfer mit vollem Convoi das Bomben- und Wildrissgehäkel bei hohem Wasserstande.

5. Die früher durch den Struden hervorgerufene Stauung ist behoben und dadurch die oberhalb gelegene Strecke bis Wallsee und weiter besser vor Ueberschwemmungen geschützt worden als es früher der Fall gewesen.

Es fragt sich nun, ob bei so bewandten Umständen die längst gewünschte Kettenlegung möglich sein wird und die Schifffahrts-Interessenten mit dem neuen Stande der Dinge, welcher die früheren Stromhindernisse nicht beseitigt hat, zufrieden sein werden. Beides wird aber in maßgebenden Kreisen negirt und neuerdings die Berücksichtigung der Wünsche verlangt, welche gelegentlich der in Linz am 20. Februar 1888 stattgefundenen

*) Da überhaupt im Momente der Besichtigung nicht gearbeitet wurde, so war weder ein Bohrschiff, noch ein Priestmann'scher Excavator noch irgend ein anderes Arbeits-Werkzeug sichtbar. Als Ersatz für den persönlichen Augenschein dienten sehr schöne, von dem Unternehmer vorgezeigte photographische Aufnahmen von der Oertlichkeit und den im Strudencanal in Ausführung begriffenen Arbeiten.

**) Während der Besichtigung des Strudens fuhr der Dampfer „Andor“ der Donau-Dampfschiffahrts-Gesellschaft mit einem Schleppschiff von 4500 q Ladung bergwärts.

Enquête*) geltend gemacht worden sind. In dieser sprachen sich die Interessenten im Vereine mit den Vertretern des niederösterreichischen Landes-Ausschusses und des k. k. Handels-Ministeriums dahin aus, daß die ganze Partie des Struden auf jenen Grad der Schiffbarkeit gebracht werden sollte, welcher für den übrigen Lauf der Donau im Bereiche der österreichischen Monarchie angestrebt wird. Dieser im Interesse der inländischen und internationalen Schifffahrt gelegene Wunsch dürfte umso mehr berechtigt sein, als auch Bayern mit allen Mitteln danach trachtet, die Stromverhältnisse auf der dieses Land durchziehenden Donau-strecke für die Bedürfnisse der schweren Schifffahrt einzurichten, wie wir in unserem ersten Artikel betont haben. Es bleibt demnach abzuwarten, ob die Regierung sich zu der von den Schifffahrts-Interessenten und Sachverständigen empfohlenen Eröffnung des Hössganges entschließen oder in Fortsetzung des eingeschlagenen Weges zu denjenigen Mitteln, resp. Ergänzungsbauten greifen wird, deren Entscheidung sie sich für jenen Zeitpunkt vorbehalten hat, in welchem genügendes Beobachtungsmaterial über die Wirkungen der im Struden-Canal vollführten Ausräumung vorhanden sein wird.

Die Hafenanlage in Linz ist berufen, einemschon längst gefühlten Bedürfnisse abzuweichen. Die durch dieselbe bedingten Regulierungsarbeiten wurden schon im Jahre 1882 durch zwei von Taussig und Oelwein verfasste Projecte in ihren Grundzügen gekennzeichnet. Während jedoch das erstere lediglich die Regulirung der Donau mit der Zweitheilung des Stromes beantragte, nahm Oelwein die Anlage eines modernen Hafens mit den nöthigen Quailängen, Lagerräumen, einer Schiffswerfte und eine Geleisverbindung mit der in Linz befindlichen Station der Westbahn in Aussicht. Dieser aus einem geschlossenen Bassin mit geschützter Einfahrt versehene Hafen wurde jedoch bei der Ausführung dahin modificirt, daß an dessen Stelle ein längs des rechten Ufers laufender Umschlagplatz mit entsprechender Anschüttungsfläche errichtet wurde, dessen Details bereits schriftlich und bildlich in dem Vereinsorgane (siehe Reisebericht des Ingenieurs Kortz in Nr. 48 der Wochenschrift vom Jahre 1891) erörtert worden sind. Es erübrigt demnach bloß zu constatiren, daß die in der Veröffentlichung angegebenen Bauten des Regierungsprojectes im Allgemeinen beendigt und der auf Kosten der Gemeinde hergestellte Sammelcanal der städtischen Canalisirung ausgeführt worden ist. Es bleibt somit nur die im Projecte auch vorgesehene Anlage eines Winterhafens in dem unterhalb der Anschüttung gelegenen Theil des alten Donanarmes übrig, als zu den eigentlichen Regulirungsbauten gehörend.

Was jedoch die Anschüttungsfläche betrifft, so ist vorläufig nur ein Betriebsgebäude und ein Waarenmagazin daselbst errichtet worden. Die Anlage des zum Bahnhofe führenden Schleppgeleises ist in Ausführung begriffen und soll am 1. August d. J. eröffnet werden. Sache der Privatspeculation wird es dann sein, die weiteren Ausrüstungsobjecte, als Krahne, Lagerhäuser etc. zu errichten und durch geeignete Anlagen den Verkehr zwischen Schiene und Wasser recht lebhaft zu gestalten. Dann dürfte auch die Ueberzeugung platzgreifen, daß die überaus kurz bemessene Quailänge von 200 m ungenügend sei und eine Verlängerung über die heute nur gepflasterte Böschung erfahren müsse, um Raum zum Anlegen für die sich mehrenden Dampfschiffe und Schlepper zu schaffen. Wir erinnern nur daran, daß Regensburg und Passau über Quaimauern von ungefähr 500 und 770 m Länge verfügen. Sollten diese beiden Umschlagplätze wichtiger sein als der von Linz?

Mit diesen kurzen Bemerkungen über den neuen Umschlagplatz in Linz schließen wir unseren Bericht über die auf der österreichischen Donau-strecke vollführten Regulirungsbauten, deren Fortsetzung noch länger als ein Jahrzehnt dauern wird, bis der programmäßig verfolgte Zweck annähernd erreicht werden kann und gedenken mit collegialem Danke der Regierungsorgane, welche die Freundlichkeit hatten, auf der ober- und nieder-

*) Siehe: „Protokoll, aufgenommen in Linz am 20. Februar 1888 bei der k. k. oberösterreichischen Statthalterei“ und „Gutachten der Experten der ersten k. k. priv. Donau-Dampfschiffahrts-Gesellschaft über das Project der Regulirung des Donau-Struden“.

österreichischen Strecke die gewünschten Aufklärungen über System und Ausführung der mannigfachen Bauten an der Hand officieller Documente zu ertheilen. Es sind dies die Herren: Wilhelm Ritter von Grimbürg, k. k. Oberbaurath, die Ingenieure

und Strombauleiter Schedle und Josovits, sämmtlich von der k. k. Statthalterei in Oesterreich ob der Enns, und Anton Prokesch, Ober-Ingenieur der Donau-Regulirungs-Commission in Wien.
(Fortsetzung folgt.)

Vermischtes.

Personal-Nachrichten.

Der Minister des Innern hat die Herren: Central-Inspector der österr. Nordwestbahn in Pension, Anton Elbel, als Beisitzer, den Regierungsrath und pensionirten Maschinen-Director der vormaligen Kaiserin Elisabeth-Westbahn, Carl Ritter v. Hornbostel und den k. k. Commercialrath und technischen Director der Maschinen- und Waggonfabriks-Aktiengesellschaft vorm. H. D. Schmid, Hugo Zipperling, sämmtlich in Wien, als Beisitzer-Stellvertreter in das Schiedsgericht der berufsgenossenschaftlichen Unfallversicherungs-Anstalt der österr. Eisenbahnen berufen.

Der Stadtrath von Wien hat den städtischen Obergeringenieur Herrn Heinrich Lichtblau zum Baurath, den Ingenieur Herrn Friedrich Reithmayr zum Obergeringenieur, und die Herren Heinrich Straube zum Ingenieur, Josef Tloka zum Ingenieur-Adjuncten I. Cl. und Josef Hanika zum Ingenieur-Adjuncten II. Cl. ernannt.

Donaubrücken-Concurrenz in Budapest. Mit Bezug auf die in Nr. 23 d. J. veröffentlichte Mittheilung über das Ergebnis der Concurrenz werden wir ersucht, richtigzustellen, daß das Project Nr. 51 von der Direction der Maschinenfabrik der königl. ungarischen Staatsbahnen (Ober-Inspector Seefehlner) im Vereine mit den Bauunternehmern F. S. Cathry & Sohn und Architekt Schickedanz herrührt.

Società di Ingegneri ed Architetti in Triest. Für das Vereinsjahr 1894/5 wurden zu Functionären dieser Gesellschaft gewählt: Dr. Eng. Geiringer zum Präsidenten, Ugo Boccasini und G. B. de Finetti zu Vice-Präsidenten, ferner die Herren F. Colombichio, R. Peterlunga, J. Piani, G. Polli, R. Sossich, A. Vio.

Vergebung von Arbeiten und Lieferungen.

1. Bau einer Oberrealschule, einer Bürgerschule und einer Turnhalle im Kostenbetrage von 505.838 Kronen 94 Heller. Am 7. Juli, 9 Uhr, beim Präses der städt. Wirthschafts-Commission in Großwardein. Vadium 25.000 Kronen.

2. Bau eines Armenasylls mit der Kostensumme von 17.767 fl. 5 kr. Am 8. Juli, 10 Uhr, bei der Gemeinde-Notariatskanzlei in Szeghalom. Vadium 10%.

3. Verstärkung von 12 Stück Blechbrücken und einer Fachwerkbrücke mit der Gesamtsumme von 10.700 fl. Am 11. Juli, 12 Uhr, bei der k. k. Verkehrsleitung in Mähr.-Schönberg.

4. Diverse Arbeiten bei der Wasserwerks-Erweiterung in Budapest, u. zw.: 1. Erweiterung des Maschinenhauses an der Pumpenanlage Nr. 1; 2. Verlängerung der neu zu errichtenden 400 m langen Filtrirrohren; 3. Herstellung eines Saugbrunnens; 4. Erbauung eines Canales zur Unterbringung des neuen Saugrohrnetzes. Am 13. Juli, 10 Uhr, beim Magistratsrath Carl Vosits in Budapest. Vadium 50%.

5. Erbauung einer Schule nächst der Agrar-Bahnstation. Am 14. Juli, 12 Uhr, bei der königl. ungarischen Staatsbahn-Direction in Budapest. Vadium 1100 fl.

6. Bau eines Pavillons für Infectionskrankheiten im Kinderspitale. Am 16. Juli bei der Ephorie der Civilspitäler in Bukarest.

7. Vergebung eines Thurmbaues im Kostenbetrage von 14.000 fl. Am 22. Juli, 1 Uhr, bei der evang.-reform. Kirchengemeinde in Nyárad-Szereda. Vadium 10%.

8. Vergebung der Installationsarbeiten für das Warmbad des Badehotels Gehan-Racovitz zu Slanic, Moldau, am 23. Juli; Vergebung der Installationsarbeiten für die elektrische Beleuchtung für das obgenannte Hôtel, des Parkes und des Casinos im Badeorte Slanic am 24. Juli bei der General-Vormundschaft der St. Spiridon-Spitäler in Jassy (Rumänien).

9. Bau eines Gefängnisgebäudes im Kostenbetrage von 8050 fl. 30 kr. Am 25. Juli, 10 Uhr, bei der königl. ungarischen Staatsanwaltschaft in Zilah. Vadium 50%.

10. Lieferung der Eisenconstruction und sonstige Eisenarbeiten bei der neuen Central-Markthalle. Am 30. Juli, 10 Uhr, bei der VIII. Magistrats-Section in Budapest.

Kaffil-Desinfections-Anlage in Biala. Die Firma Kurz, Ritschel & Henneberg ladet die Mitglieder des Oesterr. Ingenieur- und Architekten-Vereines zur Besichtigung dieser von ihr ausgeführten Anlage ein, und ist gerne bereit, den sich hiefür interessirenden Herren mit allen erforderlichen Daten an die Hand zu gehen.

Auskünfte werden im Etablissement der genannten Firma, Wien, XII. Lainzerstraße 50, ertheilt.

Geschäftliche Mittheilungen des Vereines.

Z. 1031 ex 1894.

Circulare XVII der Vereinsleitung 1894.

Ueber Beschluss des Reise-Ausschusses unseres Vereines findet ein corporativer Besuch der Landesausstellung in Lemberg statt.

Das hiefür aufgestellte Programm lautet:

4. August 1894: Abfahrt von Wien (Nordbahnhof) 10 Uhr Abends.
5. August: Ankunft in Lemberg 2 Uhr 30 Min. Nachm.
6. und 7. August: Aufenthalt in Lemberg. Besichtigung der Ausstellung, der elektrischen Bahn und anderer hervorragender Anlagen. (Detailprogramm für den Aufenthalt wird später bekanntgegeben werden).
7. August: Abfahrt von Lemberg 2 Uhr 55 Min. Nachm.
7. August: Ankunft in Stanislaw 7 Uhr Abends.
8. August: Abfahrt von Stanislaw (mit Materialzug) 6 Uhr 30 Min. Früh.
8. August: Ankunft in Nadworna 9 Uhr Früh.
8. August: Abfahrt von Nadworna (per Wagen) nach Jamna zur Besichtigung der großen, gewölbten Eisenbahnbrücken der k. k. österr. Staatsbahnen, Strecke: „Stanislaw—Woronienka“ (Spannweite 65 m).
8. August: Abfahrt von Jamna 3 Uhr Nachm.
8. August: Ankunft in Kolomea 8 Uhr Abends.
8. August: Abfahrt von Kolomea 9 Uhr 20 Min. Abends.
8. August: Ankunft in Czernowitz 11 Uhr 14 Min. Abends.
9. August: Besichtigung der Stadt Czernowitz.
9. August: Abfahrt von Czernowitz 3 Uhr 04 Min. Nachm.
9. August: Ankunft in Lemberg 9 Uhr 40 Min. Abends.
10. August: Abfahrt von Lemberg über Stryj und Beskid 5 Uhr 40 Min. Früh.
10. August: Ankunft in Budapest 10 Uhr Abends.
11. August: Abfahrt von Budapest 10 Uhr 56 Min. Abends.
11. August: Ankunft in Wien 6 Uhr 25 Min. Früh.

Jene Herren, welche sich an dieser Excursion zu betheiligen wünschen, werden ersucht, ihre Anmeldungen bis längstens Samstag den 21. Juli l. J. unter Beischluss von Oe. W. fl. 5.— an das Vereins-Secretariat zu leiten.

Die Gesamtkosten der Excursion incl. Bahnfahrt II. Cl. Courierzug (Rundreisebillet) betragen beiläufig Oe. W. fl. 90.—. Die Eisenbahnfahrt-Spesen beziffern sich auf etwa Oe. W. fl. 57.—.

Die Herren Excursions-Theilnehmer, welche besondere Fahrtbegünstigungen genießen, können von denselben Gebrauch machen.

Ueber Wunsch besorgt das Vereins-Secretariat, gegen Einsendung des entfallenden Betrages, das Rundreisebillet.

Es wird ausdrücklich bemerkt, daß die Excursion nur dann unternommen wird, wenn sich mindestens 40 Theilnehmer hiezu anmelden.

Wien, 2. Juli 1894.

Der Vereins-Vorsteher:
F. v. Gruber.

INHALT. Der Gebirgswald als Object des Bahnerhaltungsdienstes. Von Anton Tichy, Ingenieur der k. k. österr. Staatsbahnen. — Die Donau von Regensburg bis Turn-Severin in ihrem heutigen Zustande. Von Friedrich Bömches, Hafenbau-Director i. R. (Fortsetzung zu Nr. 26.) — Vermischtes. — Geschäftliche Mittheilungen des Vereines. Circular Nr. XVII der Vereinsleitung 1894.

Eigenthum und Verlag des Vereines. — Verantwortl. Redacteur: Paul Kortz, beh. aut. Civil-Ingenieur. — Druck von R. Spies & Co. in Wien.

ZEITSCHRIFT DES OESTERR. INGENIEUR- UND ARCHITEKTEN-VEREINES.

XLVI. Jahrgang.

Wien, Freitag den 13. Juli 1894.

Nr. 28.

Die Donau von Regensburg bis Turn-Severin in ihrem heutigen Zustande.

Von Friedrich Bömches, Hafenbau-Director i. R.

(Fortsetzung zu Nr. 27.)

3. Ungarn.

Die Donau durchströmt Transleithanien in einer Ausdehnung von 967 km, welche 40 % der Gesamtlänge von Regensburg bis Sulina entspricht. Ungarn fällt somit der Löwenantheil bei der Regulirung des Stromlaufes zu, und zwar umsomehr, als dessen seit Jahren verwilderter Zustand zu wiederholten Ueberschwemmungen in ausgedehntem Maße Veranlassung geboten hat. Die größten Katastrophen dieser Art, welche stets mit einer bedeutenden Schädigung des Nationalvermögens und mit zahlreichen Opfern an Menschenleben verbunden waren, ereigneten sich in den Jahren 1787, 1838, 1862 und 1883, von denen die zweitgenannte die Verwüstung der Stadt Budapest in Folge von Eisstopfungen in einer Weise zur Folge hatte, welche in ihrer vernichtenden Gewalt nur noch mit der Zerstörung verglichen werden kann, die über Lissabon durch das Erdbeben vom Jahre 1755 hereingebrochen war. Kleinere, aber immerhin den Flächenraum mehrerer Comitats unter Wasser setzende Ueberschwemmungen haben in der Epoche von 1830—1860 des Oefteren stattgefunden. Diese nationalen Calamitäten sowie die unstreitig schädliche Rückwirkung der unterdessen in Niederösterreich begonnenen Correctionen auf das Regime des Stromlaufes unterhalb Pressburg bestimmten die königlich ungarische Regierung, im Jahre 1882*) Detailprojecte für die Regulirung der von der Schifffahrt seit jeher gefürchteten Strecken unterhalb Pressburg und Budapest**) sowie im weiteren Verlaufe der Jahre solche für den gesammten Lauf der unteren Strecken bis zur rumänischen Grenze ausarbeiten zu lassen, von denen die wichtigste die Beseitigung der durch Stromschnellen und Untiefen hervorgerufenen Fahrhindernisse ober- und unterhalb Orsova zum Gegenstande hat.

Die Donau nimmt jedoch während ihres Laufes durch ganz Ungarn bekanntlich zahlreiche Nebenflüsse auf, deren Bodengestaltung und klimatische Beschaffenheit auf das Regime ihrer Wässer und somit auf das des Hauptstromes einen maßgebenden Einfluss üben. In richtiger Erkenntnis dieser Thatsache versäumt es die ungarische Regierung nicht, auch der Correction der Nebenflüsse nach Maßgabe der vorhandenen Geldmittel die verdiente Aufmerksamkeit zu schenken, so der Raab, der Drau und der Save auf dem linken, der Theiß, der Temes u. a. auf dem rechten Donauufer. Die Regulirungskosten sind nicht unbedeutend

*) Bis zu diesem Jahre hat sich die öffentliche Meinung zwar immer mehr von der Nothwendigkeit einer höheren Ausnützung der mächtigen Wasserstraße überzeugt, jedoch ist weder die Frage der Kettenlegung zum Abschlusse gekommen, noch ist, mit Ausnahme von Bauten zum Schutze der Hauptstadt unterhalb Budapest und von Schutzbauten an Nebenflüssen Wesentliches auf dem Felde der Flussregulirung erzielt worden.

**) Die Strecken Pressburg—Gönyö und Budapest—Tolna boten seit jeher die größten Hindernisse der Schifffahrt, da die Vernachlässigung des Stromes die üppigste Bildung von Inseln und Sandbänken mit fortwährend wechselndem Stromstriche begünstigte. Von den häufigen Betriebsstörungen sei nur die vom October 1877 erwähnt, in welchem Monate die Schifffahrt zwischen Gönyö und Fischamend gänzlich unterbrochen war, so daß es erst nach mehreren Wochen und nach größeren Anstrengungen gelingen konnte, das in großen Massen an jener Stelle zurückgehaltene Getreide der Schleppschiffe nach Wien und auf die Eisenbahn zur Weiterbeförderung nach Deutschland und der Schweiz zu bringen. Der dadurch der österreichischen Donau-Dampfschifffahrt erwachsene Schaden soll über 400.000 fl. betragen haben.

und betrugen nach Oelwein in dem letzten Decennium von 1884—1893

a) für die Donau	14,552.700 fl.
b) für die Neben- und diverse Flüsse	13,006.600 „
sonit zusammen	27,559.300 fl.

Die Kosten unter a) beziehen sich auf die Regulirung der sogenannten mittleren und unteren Strecke. Die erste betrifft die Länge von Theben bis Radvány, für welche das vom ungarischen Reichstag im Jahre 1885 genehmigte Gesetz eine Summe von rund 17,000.000 fl. für Bau und Controle bewilligte. Die untere Strecke reicht von Radvány bis Alt-Moldava und wird deren Regulirung nach den von den einzelnen Flussbauämtern aufgestellten Kostenvoranschlägen die Summe von rund 27,000.000 fl. erheischen, für welche der Reichstag das Gesetz zu erlassen hat. Endlich kommt die untere Donaustrücke, von Alt-Moldava bis zur rumänischen Grenze reichend, für welche die laut Gesetz vom Jahre 1890 bewilligte Summe von 9,000.000 fl. nicht ausreichen, sondern mindestens 12,000.000 fl. betragen wird. Rechnet man zu diesen Summen noch die auf die Regulirung der Nebenflüsse der Donau entfallenden Beträge mit ungefähr 14,000.000 fl., so erhält man eine Totale von 70,000.000 fl., welche für die Regulirung des in Ungarn liegenden Donaugebietes zu dem Zwecke ausgegeben wird, um den Strom in einen sowohl den Bedürfnissen der schweren Schifffahrt entsprechenden als auch das Land gegen Ueberschwemmungsgefahr schützenden Zustand zu versetzen.

Die heute thatsächlich auf der gesammten Stromlänge von 967 km in Ausführung begriffenen Regulirungsarbeiten umfassen sieben Sectionen mit den Bauämtern in Pressburg, Komorn, Budapest, Zombor, Neusatz, Fehértemplom und Orsova. Von diesen Sectionen nehmen die erste und letzte insoweit das vornehmlichste Interesse in Anspruch, als deren Schifffahrts-Hindernisse schon historisch geworden sind und ihre Beseitigung zu den schwierigsten Problemen der hydrotechnischen Wissenschaft gehört. Wir werden daher diesen beiden in unserem Berichte einen hervorragenden Platz einräumen und die übrigen blos in zweiter Linie berühren. Vorerst sei es uns jedoch gestattet, die charakteristischen Momente des Donaustromes auf seinem Laufe von der österreichischen bis zur rumänischen Grenze kurz zu skizziren.

Die Donau durchbricht auf dem Laufe durch Ungarns Gauen vier Gebirgspforten und durchfließt die beiden, zwischen den Ausläufern der Alpen und den Vorgebirgen der Karpathen gelegenen Tiefebene, welche in ihrer Fortsetzung in die Drau- und die slawonische Ebene übergehen.

Die erste der Gebirgspforten befindet sich gleich beim Eintritt in das Land bei Theben, die zweite zwischen Gran und Visegrad, wo die Ausläufer der Karpathen durch das Granthal bis an's linke und die Vorberge des Bakony bis an das rechte Ufer heranreichen, dann das dritte zwischen Peterwardein und Pálanka, wo die slawonischen und Banater Gebirge bis hart an's Ufer treten und die vierte endlich zwischen den Steilufern der Katarakte längs des Süd-Banater Gebirgszuges. In den Gebirgspforten fließt der Strom im geschlossenen Bette, während er in der Tiefebene sich in viele Serpentin und abzweigende Arme theilend, eine große Menge von Inseln und Sümpfen bildet. Von

den ersteren nennen wir die größten, die zwei durch ihre Fruchtbarkeit bekannten Schütt-Inseln zwischen Pressburg und Komorn, die Csepel-Insel unterhalb Budapests und dann die ausgedehnte Mohacs-Insel in der Umgebung der gleichnamigen Stadt. Diese Insel ist beinahe vollständig versumpft und zeigen sich solche mit Wasser bedeckte Niederungen in den ganzen Strecken zwischen Tolna und der Draumündung. Von dort an besitzt das Bett eine ziemlich gleichförmige Durchflußöffnung und macht sich nur bei Peterwardein und unterhalb der Savemündung durch Bildungen von Serpentin und Inseln bemerkbar.

Diese wechselnde Situation von bewaldeten Gebirgspforten und sumpfigen Tiefebene übt naturgemäß einen wesentlichen Einfluss auf die Entwicklung der Wassermenge, welche hauptsächlich durch die Beschaffenheit des von ihr durchzogenen Gebietes bedingt ist. Je länger ein Fluss innerhalb gebirgiger Regionen und regenreicher Gegenden fließt, je weniger das rasche Verdampfen des Wassers durch höhere Temperaturgrade begünstigt wird und je undurchlässiger die oberen geologischen Schichten sind, desto besser wird das Flussgebiet zur Bildung einer größeren Wassermasse sein, während mit dem Eintritte der entgegengesetzten Factoren die günstigen Grundbedingungen fehlen und der Fluss unter normalen Verhältnissen nicht jene Mächtigkeit erlangen kann, als dies sonst der Fall wäre. Deutliche Beweise hiefür finden sich innerhalb einzelner Strecken des Stromes, so zwischen Budapest und der Draumündung. Unterhalb der Hauptstadt beträgt dessen Breite ungefähr 1000 m und dessen Tiefe 6—11 m, während diese oberhalb der Draumündung nur 6—800, resp. 6·3—7·6 m messen. Der Strom hat also auf dieser kurzen Strecke ein Bedeutendes an Volumen verloren, weil die vorerwähnten Bedingungen der Wasserbildung nicht vorhanden sind.

Eine mächtige Verstärkung erfährt der Strom durch die Aufnahme der Drau, der Save und der Theiß, deren Gebiete sich zum großen Theile intensiver Niederschläge und ausgedehnter Waldbestände erfreuen, im Gegensatz zur Leitha und Raab, deren Flussverhältnisse weniger günstig sind.

Der Waldreichtum des östlichen Tirol, dann der Steiermark und von Kärnten wirken zusammen, um die Drau zu einem reichen Nebenfluss der Donau zu gestalten. In hohem Grade interessant sind die Flussgebiete der Save und der Theiß. Der obere Theil der Save gehört den Alpen, der mittlere dem Karste und der untere dem bosnisch-serbischen Berglande an. Innerhalb der Alpen sind die Verhältnisse in Bezug auf Niederschlagsmengen günstig, dann tritt die Karstformation mit allen schädlichen Attributen ein, welche sich in spärlichen Niederschlägen und zahllosen Gängen des zerklüfteten Felsbodens äußern. Einen bedeutenden Kraftzuwachs erhält jedoch die Save durch die bosnischen und serbischen Gebirge, denen die Una, der Urba, die Bosna und die Drina entfließen. Das Gebiet dieser Flüsse ist ein wald- und wasserreiches Gebirgsland, dessen Effect auf den Savefluss ein so mächtiger ist, daß dieser trotz der schon oberhalb der Kulpamündung eintretenden Versumpfung mit einer Breite von nahezu 700 m bei Semlin in die Donau mündet. Ein noch größeres Nebenflussgebiet ist jenes der Theiß. Es ist mit seiner Lauffläche von über 1364 km und der großen Anzahl bedeutender Zuflüsse (Bodrog, Körös, Maros u. a.) im Kleinen, was das Gebiet der Donau im Großen ist.

Trotz der wesentlichen Verstärkung durch die eben genannten Flussgebiete und später noch durch das der Morava wird das Flussbett der Donau in seinem weiteren Laufe durch die bei 152 km langen Engen von Bazias bis zum Eisernen Thor auf eine minimale Breite bei häufig wechselnder Tiefe herabgedrückt. Die Erklärung hiefür liegt in den abnormen Bodenverhältnissen, welche den Strom zwingen, sich durch die felsigen Pforten der banatischen und serbischen Gebirge den Ausweg in das walachische Tiefland zu bahnen.

Wir haben geglaubt, den hydrographischen Verhältnissen des Stromgebietes in Transleithanien wegen des eigenthümlichen, durch wechselnde Situationen ausgezeichneten Charakters eine größere Aufmerksamkeit schenken zu sollen und gehen nun auf die

Regulierungsarbeiten in den früheren Sectionen über, indem wir mit der ersten von Theben (Dévény) bis Radvány*) beginnen, welche die sogenannte obere Donau umfasst.

Die vor dem Anfange der einheitlichen Regulierung in dem Zeitraume von 1832—1880 ausgeführten Bauten betrafen die damals noch 130 km lange Strecke Theben—Neu-Szőny und bestanden in Uferschutzwerken, Absperrungen, Baggerungen, Leinpfaden und der Anlage eines Schutzdammes bei Engerau. Die genannten Werke wurden mittelst Bühnen hergestellt und kosteten rund 5,631.000 fl. Das System der Bühnen, welche überdies in großen Entfernungen von einander angelegt wurden, bewährte sich jedoch bei dem starken Gefälle und dem aus losem Kies bestehenden Material nicht, so daß sie weder auf die Verbesserung der Schifffahrt, noch auf die Beseitigung von Eisstopfungen einen nachhaltigen Einfluss nahmen.

Die Ausführung der auf einheitlichem Plane basirten Regulierung der oberen Donau erfolgte auf Grund der von den königlich ungarischen Flussämtern in Pressburg und Komorn im Jahre 1881 dem königlich ungarischen Communications-Ministerium vorgelegten Entwürfe und wurde unmittelbar nach der Vergebung der Arbeiten im August 1885 begonnen,**) mit der contractlichen Verpflichtung der Vollendung in längstens zwölf Jahren. Der Kostenanschlag beläuft sich auf die früher genannte Bausumme von 17 Millionen Gulden.

Die 144 km lange Strecke befand sich auf fünf Sechstel ihres Laufes in einem äußerst verwahrlosten Zustande und galten als die bedenklichsten Punkte die Stellen zwischen Körtvélyes—Nagybodak***) von 11·5 km und Nagybodak—Remete von 4·5 km Länge, dann die unterhalb Pressburg bestandene sogenannte Lettenhaufer-Stromenge, welche bei jedem stärkeren Eisgange das städtische Gebiet mit Ueberschwemmung bedrohte u. a. m. Unter solchen Umständen handelte es sich bei dem Beginne der Arbeiten um die Regulierung solcher Strecken, an welchen es das Bedürfnis der Schifffahrt am meisten erheischte, um dann später erst zum methodischen und einheitlichen Vorgange zu schreiten. So wurde im ersten Jahre 1886 die dringendste Strecke Böös—Szap und im nächsten die von Böös aufwärts in Angriff genommen u. s. f., um dann erst im Jahre 1891 an die oberwähnte, von Körtvélyes bis Nagybodak, als die Verbindung der oberen und unteren Baustrücke, die Hand anzulegen.

Der uns zugewiesene Raum gestattet nicht, die in den einzelnen Theilstrecken seit 1886 bis heute vollführten Arbeiten zu beschreiben, wir können daher nur im Allgemeinen die Art und das System derselben angeben. Die wichtigsten Arbeiten bestanden in umfangreichen Baggerungen zur Erweiterung der sowohl für die Schifffahrt lästigen als auch beim Eisgange gefährdenden Stromengen, in der Absperrung unnöthiger oder von der Schifffahrt früher benützter Seitenarme behufs Concentrirung der Wassermenge in dem regulirten Strombette, in Parallelwerken zur Einengung von Ueberbreiten, in Durchstichen, endlich in Verlandungen todter oder aufgelassener Donauarme. Die Werke

*) Wir entnehmen die wichtigsten Daten unseres Berichtes über diese Strecke dem uns von Herrn Rank, Ministerial-Ober-Ingenieur in Pressburg, freundlichst zur Verfügung gestellten Exposé.

**) Mit der Anordnung und Ueberwachung der Regulierungs-Arbeiten auf der oberen Donau ist die Bauleitung in Komorn betraut, welche dem königlich ungarischen Ackerbau-Ministerium direct untersteht, jedoch in dringenden Fällen ermächtigt ist, die in Folge von Aenderungen des Flusslaufes oder anderer Umstände für nothwendig erkannten Modificationen der ursprünglichen Entwürfe selbstständig zu treffen und dem Unternehmer anzuordnen. Als solcher erscheint die Firma Popper Stefan & Naschauer Jacob, welche bei der am 31. August 1885 stattgefundenen öffentlichen Verhandlung ein Angebot mit 31% Nachlass machte und als billigster Offerent die Bauausführung erhielt.

***) Diese in eine Unzahl von Armen und Rinnalen verzweigte Strecke litt unter einem fortwährenden Wechsel des Stromstriches, so daß ein Dampfer bei der Bergfahrt dem vor wenig Tagen thalwärts eingeschlagenen Wege nicht mehr folgen, sondern einen neuen aufsuchen musste. Ungezählte Male kam es vor, daß selbst bei niedrigem Mittelwasser 6—8 Dampfer einen halben bis einen Tag sich gegenseitig Hilfe leisten mussten, um den ganzen Convoi flott zu machen. Selbstverständlich, daß unter solchen Verhältnissen die Schifffahrt auf dieser mit Recht gefürchteten Stelle zahlreiche Havarien zu beklagen hatte.

werden in reinem Steinbau nach den in den Profilen Fig. 1 für Uferschutzwerke, Fig. 2 für Parallelwerke, Fig. 3 für Absper-

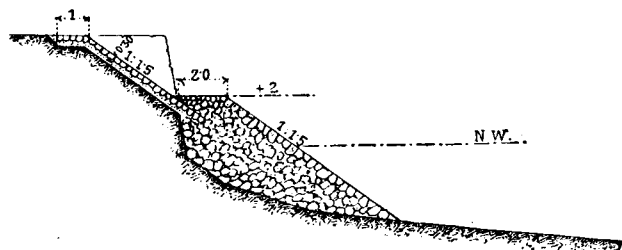


Fig. 1 (1:300).

dämme angegebenen Dimensionen ausgeführt. Die Verlandungen werden in großem Maße hergestellt und belaufen sich bis Ende 1892 auf 5,696.000 m³. Diese Cubatur ist aus den durch Trocken-

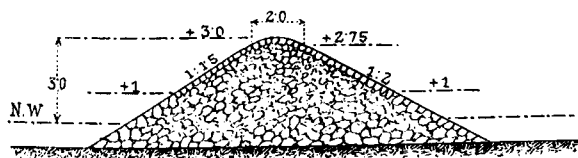


Fig. 2 (1:300).

aushebung und Baggerung gewonnenen, jedoch größtentheils aus solchen Schottermassen zusammengesetzt, welche der Strom durch die Stoßkraft des Wassers innerhalb sieben Jahren aus dem

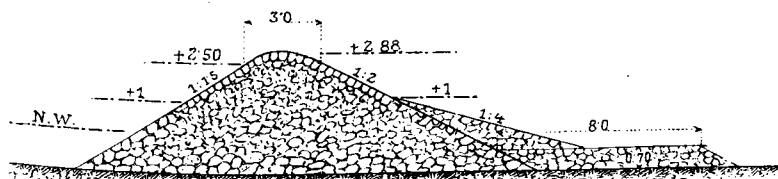


Fig. 3 (1:300).

regulirten Strombette ausgewaschen und theils durch die künstlich gelassenen Oeffnungen, theils über die nur bis zum höheren Mittelwasser reichen Steinwerke hinter die Regulierungslinien als Verlandung abgelagert hat.

Eine wichtige Frage bildete die Bestimmung der Normalbreiten in den einzelnen Theilen des neuen Strombettes. Diese wurden (abweichend von der im General-Projecte des Jahres 1881 enthaltenen Breite) während der Bauperiode successive bestimmt, und zwar auf Grund der fixirten Mittelwasserstände, der Abfluss- und Geschwindigkeiten, der im Interesse der Schifffahrt angestrebten Wassertiefe und derjenigen Flussprofile, welche sich der Strom

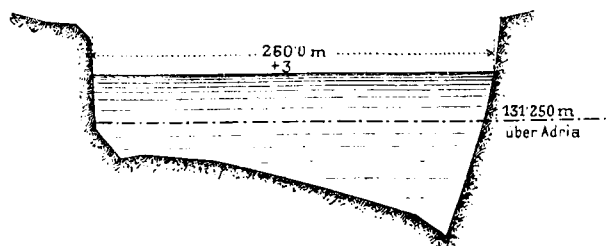


Fig. 4. Längen 1:5000, Höhen 1:500.

seinem Regime gemäß selbst geschaffen hat. Die ausgeführten Bauten wurden überall gegenüber denen des General-Projectes reducirt und variiren die Breiten von 300 bis 420 m. Die Fig. 4 und 5

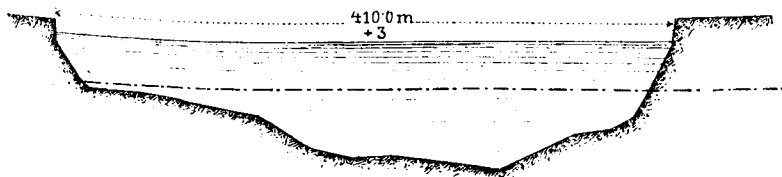


Fig. 5. Längen 1:5000, Höhen 1:500.

zeigen die Profile des neuen Strombettes, von denen das erste (260 m) in der Ausbildung begriffen und das zweite (410 m) vollendet ist.

Durchstiche wurden an den für zweckmäßig erkannten vier Stellen in der Länge von 0.4—5 km ausgeführt und verkürzten die Gesamtlänge des Stromstriches um 12.4 km.

Es erübrigt noch, der Arbeits-Kategorien zu gedenken, welche in der nun achtjährigen Baupoeche (1886 bis Ende 1893) zur Ausführung gelangt sind. Diese betragen an:

Baggerungen	5,610.000 m ³ ,
Erdarbeiten	681.000 m ³ ,
Steinarbeiten	2,582.000 m ³ ,
Pflasterungen	438.200 m ² .

Die zur Ausgabe gebrachte Summe beträgt 9,255.400 fl. Für das Jahr 1894 wird die Regulirung der Donau von Bajcs bis unterhalb Gönyö, d. h. auf die Länge von 22 km, sammt den Ergänzungsarbeiten auf anderen Strecken fortgesetzt und außerdem die endgiltige Regulirung des oberen Theiles vom Wieselburger Arm begonnen. Ebenso ist hier längs des Armes ein hochfluthfreier Inundationsdamm aus Erde im Bau begriffen.

Die bis Ende 1897 noch rückständigen Arbeiten sind so vertheilt, daß die gesammte Regulirung noch innerhalb der contractlichen Baufrist von zwölf Jahren vollendet und nach dem Urtheil kompetenter Stimmen mehr geleistet werden wird als im Projecte von 1881 vorgesehen war.

Wir gelangen zur Beantwortung der Frage, betreffend den hydrotechnischen Erfolg der bis heute ausgeführten Arbeiten. Dieser Erfolg ist nach dem Urtheile kompetenter Stimmen aus den Schifffahrtskreisen ein günstiger und haben die bis nun beendigten Correctionen des Stromes in ihrem Einflusse auf die Verbesserung der Wasserstraße den gehegten Erwartungen entsprochen, so daß die früher mit Recht gefürchtete Strecke Pressburg—Gönyö nunmehr nahezu mit der gleichen Sicherheit befahren wird als die der niederösterreichischen Donau. Es ist somit die gewisse Aussicht vorhanden, daß nach der bis Ende 1897 eintretenden Vollendung der noch übrigen Bauten die Strecke Theben—Radvány zu den bestregulirten des mächtigen Stromes gezählt werden wird.*)

In unserem Berichte über die Regulirung der Donau im Bereiche Transleithaniens fortfahrend, werden wir, getreu unserem Eingangs erwähnten Programme, die in den currenten Strecken bis Orsova in Ausführung begriffenen Arbeiten kürzer behandeln, um mehr Raum für die, ein erhöhtes Interesse beanspruchende Correction der unteren Donau-Katarakte zu gewinnen.**)

*) Wir müssen zur Ergänzung unseres bisherigen Berichtes über Ungarn noch nachtragen, daß das gegenwärtig in Ausführung befindliche Regierungsproject der Regulirung sich auf die in früheren Jahren hergestellten Bauwerke stützt und die von denselben angestrebte Trasse des Strombettes adoptirt. Aeltere Bauten, deren hauptsächlichste Tendenz dahin gerichtet ist, durch Abbauung der Seitenarme ein gleichmäßiges, in gestreckten Curven sich bewegendes Flussprofil zu schaffen, finden sich in fast ununterbrochener Reihenfolge von Theben bis unterhalb Medve (also auf nahezu zwei Drittel der Strecke), von wo an die in Parallel- und Leitwerken bestehenden Neubauten beginnen und oberhalb Süttö, dann bei Nyerges-Ujfalu, bei Gran, zwischen Nagy-Maros und Veröze, dann bei Waitzen und endlich ober- und unterhalb Budapest in größerem Maßstabe ausgeführt werden. Aeltere Bauten finden sich unterhalb Radvány nur in vereinzeltem Maße, reichen aber trotzdem bis an das thalseitige Ende der ausgedehnten Czepele-Insel, längs welcher, sowie stromauf- und abwärts von Pest sie in größerem Maßstabe hergestellt worden sind.

**) Die nun folgenden Daten sind beinahe ausschließlich dem von dem königl. ungarischen Ackerbauminister herausgegebenen und dieses Jahr im Druck erschienenen Werke: „Az országos vízügyi és talajjavítási hivatali előterjesztése a Közép-Duna szabályozása tárgyában“ (zu deutsch: Vorlage des staatlichen Wasserbau- und Bodenverbesserungs-Amtes betreffend die Regulirung der mittleren Donau) entlehnt. Dieses in Druck und Graphik ausgezeichnete Werk enthält neben hydrotechnischen Erhebungen und Daten allgemeiner Natur, eine detaillierte Beschreibung der projectirten Regulirungsbauten der Flussbauämter in Komorn, Budapest, Zombor, Neusatz und Fehértemplom, dann die Correctur der Pest-Ofner Strecke, Betrachtungen über die Bedeutung der Donau als internationale Wasserstraße und endlich die Winterhäfen. Zur Erläuterung des Textes dienen Situationspläne (im Maßstabe von 1:75.000) des gesammten Flusslaufes von Theben bis Alt-Moldova, sowie von dem Projecte eines Winterhafens bei Budapest in dem Soroksárer Donauarm. — Des ungarischen Idioms nur unvollständig mächtig, konnten wir leider nur in geringem Maße den sehr interessanten Inhalt des Werkes zur Ver-

Von Radvány abwärts bewegt sich der Strom in dem schon von Natur aus ziemlich regelmäßigen Bette bis Veröcze, in dessen Nähe der St. Andrea-Arm, rechts abbiegend, die gleichnamige Insel bildet und weiter bis Budapest. Trotzdem erheischt auch diese noch zur oberen Donau gehörige Strecke den energischen Eingriff des Ingenieurs, um dem Strom das hier zuständige Normalprofil und die verlangte Wassertiefe zu sichern. Ausgiebige Baggerungen und ausgedehnte Leitwerke zur Verbesserung, resp. Verengung des in manchen Stellen überbreiten Bettes sind projectirt und in theilweiser Ausführung begriffen, so namentlich unterhalb Veröcze und an der Ausmündung des St. Andrea-Armes in die große Donau. Die Resultate der bis nun hergestellten Arbeiten sind zufriedenstellend und benützt jetzt die Schifffahrt ohne Anstand die Wasserstraße von Theben bis Budapest.

Für die ungarische Haupt- und Residenzstadt werden wichtige Ergänzungs- und Neubauten geplant, um die heute unzureichenden Anlagen im Interesse des stets wachsenden Verkehrs und der Sicherung des städtischen Weichbildes gegen Wassergefahr zu vervollständigen. Die Ergänzungsbauten betreffen den Schutz der Margarethen-Insel gegen den Eisgang, die Erhöhung der bestehenden Leitwerke zwischen der Insel und Neupest, sowie unterhalb der Eisenbahnbrücke, den Bau eines Treppenquais am Ofner Ufer u. a. m., deren Gesamtkosten sich auf mindestens 1 Million Gulden belaufen. Als ein für die Hauptstadt sehr wichtiger Neubau ist die Anlage eines großartigen Winter- und Schutzhafens im Soroksárer Donauarm geplant, welcher mit Vorhafen, Doppelschleuse, Zufahrts canal u. a. versehen werden soll.

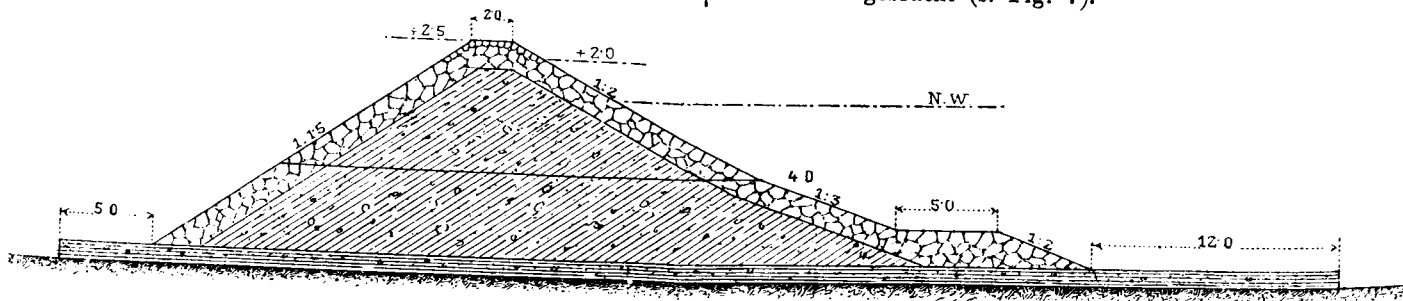


Fig. 6 (1:300).

auch die Absperrdämme hergestellt. Nur functioniren sie als Grunddämme bis zur Höhe von 4 m unter Null und werden erst nach Eröffnung des dazu gehörigen Durchstiches auf die Normalhöhe gebracht (s. Fig. 7).

Fig. 7 (1:400).

Die mit Baggerungen in großem Maßstabe und kostspieligen Fundirungs-, sowie mechanischen Arbeiten verbundenen Bauten sollen einen Geldaufwand von 9—10 Millionen Gulden erheischen.

Unterhalb Budapest befindet sich die schon Eingangs erwähnte und bis Tolna reichende Strecke, welche früher von der Schifffahrt ebenso gefürchtet war wie die von Pressburg—Gönyö. Hier erscheinen nun in beinahe ununterbrochener Reihenfolge die projectirten Bauten, bestehend in Baggerungen und Leitwerken von großem Umfange. Das Bausystem ist das gleiche wie auf der oberen Donau zwischen Theben und Budapest und werden die Werke in reinem Steinbau ausgeführt.

Von Tolna an ändert der bisher in einem ziemlich gleichmäßigen Bette sich bewegende Strom seinen Charakter und zeigt bis Borrovo (unterhalb der Draumündung) das Bild eines zerrissenen, in geradezu schlangenartigen Krümmungen getheilten Laufes. Es ist höchst interessant, diesen Lauf auf den das oben genannte Druckwerk begleitenden Situationsplänen (1:75.000) zu verfolgen und ihn mit der eingezeichneten Huszár'schen Aufnahme vom Jahre 1830 zu vergleichen, um die merkwürdigen und rapiden Wandlungen kennen zu lernen, welche der Stromlauf im Hauptarme und seinen Zweigen seit sechs Jahrzehnten erlitten hat.

Auf dieser Strecke werden nun außer Uferschutz- und Parallelwerken, sowie Abschlussdämmen zur Sperrung von seichten

vollständigung unseres Berichtes verwenden. — Da heute die Kenntnis der ungarischen Sprache noch kaum über die Grenzen Transleithaniens gedungen ist, so wäre es wünschenswerth, daß sowohl im Interesse der hydrotechnischen Wissenschaft, als auch zur größeren Verbreitung des auf diesem Gebiete in Ungarn Geleisteten das officielle Werk in deutscher Uebersetzung veröffentlicht werden würde.

Armen zahlreiche Durchstiche, theilweise von großer Ausdehnung, geplant, um den Lauf des Stromes zu kürzen und dem Abflusse der concentrirten Wassermenge ein größeres Gefälle zu bieten. Das für die erstgenannten Werke zur Anwendung gelangende Bausystem ist jedoch von dem auf der oberen Donau insoweit verschieden, als das Steinmaterial, wegen der kostspieligen Beschaffung, nur zu Uferschutzbauten, jedoch zu Leit- und Parallelwerken Erde verwendet wird, welche, in wohlversicherten, aus Reisig gebildeten Korbcylindern gefüllt, den Kern des Baukörpers bildet, welcher an der Krone und den Böschungen einen Steinbelag von 1 m Mächtigkeit erhält. Ein 3 m breiter und 1:1½ geböschter Grundwurf, ebenfalls aus Bruchsteinen, schützt an der Stromseite den Fuß des Werkes, welches in seiner Gänze auf eine breite und gleichfalls aus erdgefüllten Faschinen bestehende Unterlage zu liegen kommt (s. Fig. 6). In ähnlicher Weise werden

Die Herstellung der Durchstiche erfolgt in der Weise, daß eine 50—80 m breite Rinne für das künftige Bett im Trockenem gebaggert und im passenden Momente der stromaufwärts stehen gebliebene Damm durchbrochen wird. Nun beginnt die Stoßkraft des Wassers ihre Arbeit, um das Bett nach beiden Seiten bis zur Normalbreite zu erweitern. Die Versicherung der Ufer in dem bereits vollständig ausgebildeten Durchstiche findet statt, wenn der Abbruch bis zur Kante vorgerückt ist. Es werden dann Stein- oder Kies-Senkfaschinen als Grundwurf vorgelegt, das Ufer abgösch, dessen Befestigung durch Abpflastern bis zur Höhe von 0.30 m über Mittelwasser vorgenommen. Ueber diese Höhe dienen zum Schutze des Ufers Rasendecken.

Die Uferereinbrüche in den ausgebildeten Durchstichen haben in der letzten Zeit so rasch stattgefunden, daß mit ihrer Deckung auf gewöhnliche Weise nicht mehr gefolgt werden konnte. Da namentlich diese auch zu Zeiten höherer Wasserstände eintreten, bei welchen die Materialbeschaffung sehr schwierig ist, so werden an Stellen, welche einen baldigen Abbruch bis zur Normallinie (die angestrebten Uferlinien des erweiterten Bettes) voraussehen lassen, hohe Steinhäufen, sogenannte Steinschlauen aufgesetzt, deren Steine beim Abbruch des Ufers abrollen und einen vorläufig genügenden Schutz gegen weiteren Abbruch bilden. Die Regulirung und Verstärkung dieser Steindecken sowie die Aböschung des Ufers und die Belegung desselben mit Rasen erfolgt dann später.

Von Borrovo an zieht sich der Strom in einem mehr concentrirten Bette fort, zeigt jedoch eine ausgesprochene Neigung zu Inselbildungen, welche namentlich bei Peterwardein, unterhalb Karlowitz und bei Semlin größere Dimensionen annehmen. Dieser Charakter der Inselbildung findet sich auch von

Belgrad weiter bis Alt-Moldova vor, wo der Strom in das von beiden Seiten durch Gebirgsausläufe eingeeengte Thal tritt und die bekannten Katarakte der unteren Donau bildet, über welche unten ausführlich berichtet werden wird.

Auf der soeben skizzirten Strecke von Borrovo bis Alt-Moldova kommen häufig, mittelst Traversen an das Ufer gelehnte, Staudämme behufs Einengung des überbreiten Strombettes, ferner Uferdeck- und Leitwerke von größerer Ausdehnung vor. Die Ausführung dieser Werke geschieht nur zu geringerem Theile im Steinbau nach den früher vorgeführten Typen, hauptsächlich im Faschinenbau, wobei jedoch die früher erwähnte Unterlage sowohl bei dem einen als bei dem anderen Systeme consequent beibehalten wird. Die Anordnung der Korbeylinder, welche entweder nur mit Erde oder mit Erde und Steinen gefüllt sind,

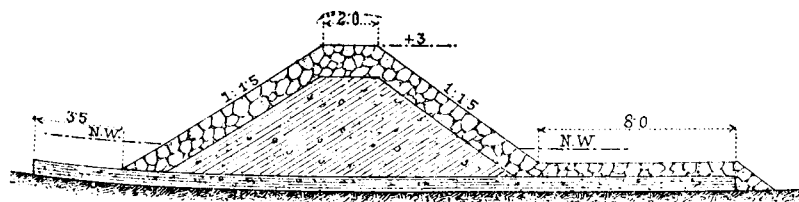


Fig. 8 (1:300).

ist aus Fig. 8 ersichtlich. Dort, wo das Steinmaterial zu kostspielig ist, werden die Absperrdämme nur aus abgepfählten Faschinen hergestellt, ohne mit einer schützenden Steinlage bedeckt zu werden, wie aus Fig. 9 erhellt.

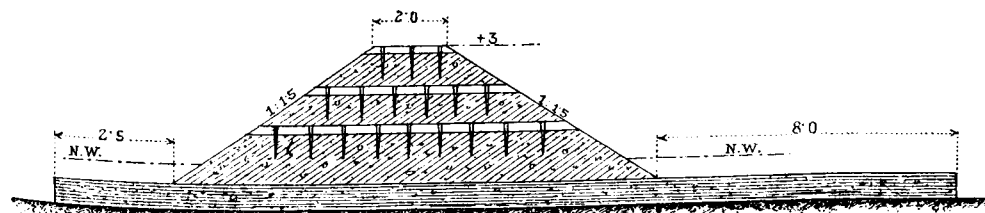


Fig. 9 (1:200).

Die Corrections-Arbeiten auf der mittleren Donau sind seit drei Jahren, wenn wir nicht irren, an den nothwendigsten Punkten begonnen und mehrere bedeutende Werke vollendet worden. Die bisher erzielten Resultate werden von den leitenden und ausführenden Organen als zufriedenstellend bezeichnet, und die Schifffahrt-Befisssenen bestätigen, daß die früher bösen Partien von Budapest bis Tolna sich wesentlich gebessert haben. Es ist demnach zu hoffen, daß die auf den anderen Strecken thalwärts in Ausführung begriffenen und noch ferner geplanten Anlagen und Correctionswerke gleichfalls ihrem Zwecke entsprechen werden, was allerdings erst nach der gänzlichen Vollendung der Arbeiten mit Bestimmtheit constatirt werden kann. Es bleibt übrigens abzu-

warten, welche Resultate mit den in großer Zahl projectirten Durchstichen und mit den Erdfaschinen bezüglich ihrer Dauerhaftigkeit werden erzielt werden.

Wir haben noch über die von der Schifffahrt verlangten Umschlagplätze und Winterhäfen zu berichten. Von ersteren ist nicht viel zu sehen und beschränken sich deren Anlagen auf die größeren Stationen, als Pressburg, Gran, Budapest und einige kleineren Orte der mittleren Donau, auf welchen jedoch eine rationelle Verbindung zwischen Strom und Schiene fehlt, wie solche beispielsweise seit Jahren in Regensburg und Passau besteht. Ueber die Winterhäfen kann Besseres berichtet werden, wenigstens was deren Zahl betrifft. So gibt es deren auf der oberen Strecke bei Komorn, bei Gran und Budapest, dann ferner auf der mittleren Strecke bei Apatin, bei Cserevics, bei der Savemündung und bei Pancsova. Jedoch sind alle, mit Ausnahme von Budapest, nur Nothhäfen und die meisten der Versandung ausgesetzt, so daß die Frage der in moderner Weise eingerichteten Winterhäfen eine dringende geworden ist. Die Wichtigkeit dieser Frage wird auch vollständig von der ungarischen Regierung anerkannt und beabsichtigt dieselbe, drei große Winterhäfen, einen in Pressburg für die obere, einen in Budapest für die mittlere und einen in Orsova für die untere Donaustrecke anzulegen und mit allen von der heutigen Schifffahrt geforderten Attributen auszurüsten.

Zum Schlusse des Berichtes über die Regulierungsarbeiten auf der currenten Strecke der Donau von Theben bis Orsova richten wir warm empfundene Worte des Dankes an die geehrten Vertreter des königlich ungarischen Ackerbau-Ministeriums und die werthen Collegen vom Baufache in den einzelnen Sectionen, welche den Mitgliedern des Donau-Vereines die Ehre ihrer Begleitung geschenkt und die lehrreichen Erklärungen über die verschiedenen Wasserbauten an der Hand technischer Behelfe geboten haben. Ihre Zahl war eine sehr große, aber die Begrüßung leider eine so flüchtige, da die Herren Chefs der einzelnen Bauämter uns streckenweise auf dem Dampfer das Geleite gaben, daß es uns nicht möglich ist, sie der Reihe nach namentlich aufzuführen. Dafür mögen sie die Versicherung entgegennehmen, daß die Theilnehmer der Donaureise die unermüdliche Ausdauer und das opferwillige Entgegenkommen ihrer ungarischen Collegen stets in dankbarer Erinnerung behalten werden. Ein besonderer Dank sei aber den Herren gespendet, welche so freundlich waren, uns das Opfer der steten Begleitung auf der ganzen Strecke zu bringen. Es waren dies, wenn wir uns recht erinnern, die Herren Koloman von Kenessey, Ober-Inspector der königlich ungarischen General-Inspection, Jacques, königlich ungarischer Baurath, beide in Budapest, und Rudolf Rank, königlich ungarischer Ministerial-Ober-Ingenieur in Pressburg.

(Schluss folgt.)

Der Hagelsturm vom 7. Juni 1894 in Wien und Umgebung. *)

Von Vincenz Pollack.

So verheerend auch das Wetter vom 7. Juni l. J. war, so wäre dasselbe, hätte es nicht gerade die Stadt Wien und deren nächste Umgebung betroffen, in den Tagesblättern doch nur mit wenigen Worten abgethan worden, denn dasselbe spielt sich in dieser Jahreszeit an vielen Orten in ähnlicher Weise mit Verursachung kleinerer oder größerer Schäden alljährlich ab. Zufolge des Umstandes, daß diesmal der gefallene Niederschlag sammt Zeitdauer wenigstens an einigen Punkten in Wien und Umgebung gemessen wurde, ist es möglich geworden, halbwegs annähernd ein Bild des ganzen Ereignisses zu entwerfen.

*) Allen jenen Behörden, Collegen und Freunden, welche mir die nachfolgend angeführten meteorologischen Beobachtungsangaben gefälligst zur Verfügung stellten, spreche ich hiemit meinen besten Dank aus und bitte unter Einem die P. T. Leser, falls sie in der Lage sind, ausser den mitgetheilten Daten jetzt und in Zukunft noch anderweitige entweder selbst oder durch Vermittlung zur Verfügung stellen zu können, im Interesse des Gegenstandes diesbezüglich Mittheilungen an mich gelangen zu lassen.

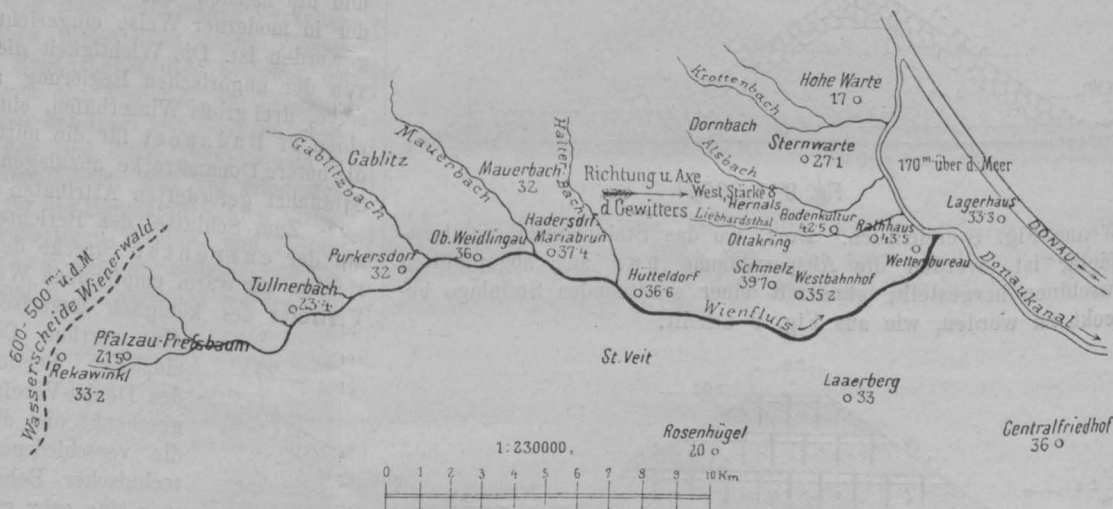
Nach einer Reihe überaus schwüler Tage und Nächte in Wien kam am oben bezeichneten Morgen bei einer Temperatur von bereits 20° C. etwa nach 1/27 Uhr Früh aus Westen von der Wasserscheide des Wienerwaldes her (vergl. beistehende Kartenskizze) das Gewitter, welches sich zur Mitternachtszeit aus mehreren Gewittern am rechten Ufer des Rheins ansbildete und anfänglich mit geringerer und später mit größerer Geschwindigkeit gegen den Wienerwald heranrückte. Die Westbahn-Beobachtungsstationen von Rekawinkel bis Tullnerbach melden blos starke Regen ohne Hagel, erst von Purkersdorf ist Regen und Hagel verzeichnet. **) Ferner hat sowohl die südlichste Beobachtungs-

**) Bekanntlich besteht die dermalige allgemeine Erklärung für die Entstehung des Hagels darin, daß über erhitzten Gegenden dampfreiche Luft aufsteigt, wobei die kalten oberen Luftmassen, deren Niederschlag feine Eismadeln sind, niedrigeren werden. Diese kalten Luftmassen beschleunigen nicht blos eine raschere Condensation der feuchten Unterluft zu Sturzregen, sondern bedingen auch die Entstehung der Eismadeln der weißen Nadeln zu Hagelkörnern.

station am Reservoir Rosenhügel und die nördlichste an der meteorologischen Centralanstalt „Hohe Warte“ ausdrücklich nur Regen notirt. Die größten Hagelschäden und Niederschläge lassen sich beiläufig nördlich der Wien über Gablitz, Hadersdorf, Alsbach, Ottakringerbach, Hochschule für Bodencultur und Rathhaus, mehr oder weniger genau in West-Ost-Richtung, verfolgen, scheinen jedoch im eigentlichen Donauthal etwas in der Richtung WNW-ESE abzuschwenken. Die angegebenen geschätzten Windstärken nahe bei 8 herum (mit Ausnahme von Pfalzaupressbaum, welches bloß W₂ berichtet) entsprechen annähernd den gemeldeten Zeiten des Fortschreitens des Gewitters, welches zwischen 20 und 30 (110 km pro Stunde) Secundenmeter liegt. Die Niederschlagsangaben dürften in der Mehrzahl der Fälle, wo Hagelschlag eintrat, etwas zu gering sein, weil die mit großer Vehemenz schief herabstürzenden Hagelkörner, sobald sie das blecherne Auffanggefäß treffen, zum beträchtlichen Theile herauspringen, wenn die Wandungen desselben nicht mindestens 50—60 cm hoch sind.

Solche höhere Auffanggefäße eignen sich ausserdem dann auch besser für das Auffangen des Schnees und zur Schneedichten-Bestimmung nach einfacher Relation. Die auf dem Kärtchen bei den einzelnen Beobachtungsstellen eingetragenen Zahlen bedeuten die während des kurzen Gewitters gefallenen Regenmengen in Millimetern. Die größten Ziffern weisen die Hochschule für Bodencultur in der Skodagasse mit 42.5 mm und das Rathhaus mit 43.5 mm auf. Nachdem der Niederschlag rasch mit kurzen oder geringen Vor- und Nachregen erfolgte, so kann schätzungsweise für beide 2.5 mm in Abzug gebracht werden, um eine durchschnittliche Intensität des stärksten Falles zu erhalten. Thatsächlich wurden auf der Schmelz 2.4 mm für die Endperiode gemessen. Die verbleibenden 41 bis 40 mm auf die Hagel- und Regendauer von 20 Minuten vertheilt, würden somit einen Niederschlag von 123 bis 120 mm pro Rechnungsstunde geben. Am Reservoir auf der Schmelz fielen 37.3 mm in 15 Minuten, woraus 149.2 mm pro Rechnungsstunde folgert. Ingenieur Heath (Purkersdorf, Schloss) rechnet den größten Niederschlag von 28 mm von 6^h 46' bis 6^h 50', also auf 4 Minuten, was pro Rechnungsstunde 420 mm ergibt, eine Ziffer, welche bereits Aehnlichkeit mit der in Cornat (Gailthal) gemessenen von über 600 mm pro Rechnungsstunde besitzt. Leider hat meines Wissens nur die meteorologische Centralanstalt auf der „Hohen Warte“ einen selbstzeichnenden Regenmesser mit Kippvorrichtung, doch muss dieser deshalb ganz ausser Betracht kommen, weil die Localität bereits ausser der Bahn des Gewitters lag. Welch schöne Resultate hätten sich nicht mit dem vor Kurzem in dieser Zeitschrift von mir beschriebenen direct ablesbaren und billigen Regenmesser erreichen lassen? Selbstverständlich lässt auch die Anzahl und Lage der Regenstationen um Wien herum Vieles zu wünschen übrig, und ist es als besonders günstiger Umstand zu bezeichnen, daß wenigstens seitens der Bahnerhaltungsorgane im

Wienthale ständige Beobachtungen gemacht werden, so daß einige Anhaltspunkte für den ganzen Verlauf der Erscheinung zu gewinnen waren. In der Section für Wettertelegraphie im Gebäude der Akademie der Wissenschaften, welche nahe dem Centrum des Gewitters lag, wurden nur 26 mm gemessen, was in der ausserordentlich ungünstigen Lage des Regenmessers am Beobachtungsthorne seine Erklärung finden dürfte. Weiters scheinen auch nicht einmal von den größeren Bächen, z. B. Gablitz-, Mauer-, Halter- (Wienthalwasserleitung?), Ottakringer-, Alsbach u. s. w. Niederschlags- oder Abfluss-Messungen oder brauchbare Schätzungen vorzuliegen und sind nur vage Zeitungsnachrichten vorhanden, so z. B. daß der Alsbach (nach Verstopfung der Canallöcher) wie ein Wildbach durch die Hernalser Hauptstraße, Alsbachstraße, Pfluggasse u. s. w. raste und in viele Häuser drang. Die Wien erreichte bei der Leopoldsbrücke einen Wasserstand von 1.50 m. Bemerkenswerth ist noch der Umstand, daß mit eintretendem Gewitter ein rapides Steigen des Barometers um 3 mm zu beobachten war, welcher Sprung continuirlich



von Gmunden, München und wahrscheinlich von noch weiter her nach Angabe des Herrn Hofrathes Hann zu verfolgen möglich ist.

Es ist nicht uninteressant, der vorgeführten bedeutenden Regenmenge und Regendichte die Witterung des abgelaufenen Winters gegenüber zu stellen. Derselbe zeichnete sich durch eine ganz abnorme Trockenheit aus, was das Versiegen vieler im Gebrauch stehender Hausbrunnen in den äusseren Bezirken Wiens, die noch einer Wasserleitung entbehren, besonders fühlbar wurde. Nachstehend sind die thatsächlichen Monatssummen der Niederschläge in Millimetern und daneben die 49jährigen Mittelwerthe angeführt:

	Gefallener Niederschlag	49jähriges Mittel
December 1893	6	42
Jänner 1894	2	34
Februar „	19	35
März „	26	44

Die große Ausdehnung der Reichshauptstadt lassen den Wunsch als gerechtfertigt erscheinen, daß noch eine Reihe von hydrographischen Beobachtungsstationen bis an die äussersten Grenzen Wiens und darüber hinaus gegründet werden mögen.

Vereins-Angelegenheiten.

Fachgruppe der Maschinen-Ingenieure.

Außerordentliche Versammlung vom 4. April 1894.

Der Obmann-Stellvertreter Herr Director Zwiauer eröffnet die Versammlung und ertheilt Herrn Ober-Ingenieur Carl Schlöß das Wort zu seinem Vortrage über Umstellthüren System Belczak und Rohrwasser. — Nachdem der Vortragende für die Ermöglichung des Vortrages durch Einschlebung einer außerordentlichen Versammlung und der Firma Gebrüder Hardy für die Beistellung eines Modelles in Naturgröße seinen Dank ausgesprochen hat, geht er zur Besprechung des eigentlichen Gegenstandes über, welche bereits in der Vereins-Zeitschrift Nr. 22 I. J. erschienen ist.

Nachdem der Vorsitzende Herrn diplomirten Ingenieur Schlöß für seine interessanten Mittheilungen gedankt hatte, ertheilt er Herrn Ober-Ingenieur Erwin Herz das Wort zu seinem Vortrage über sein „Neues Wärme-Transmissionsverfahren“. — Auch dieser Vortrag ist bereits vollinhaltlich in der Vereins-Zeitschrift Nr. 25 erschienen.

An diesen Vortrag knüpft sich eine lebhafte Discussion.

Herr Inspector Schwarz fragt nach dem Kohlenverbrauch und nach dem Wärmetransmissions-Coëfficienten zwischen Heizgasen und Heizdampf, worauf der Vortragende auf eine circa 9 bis 9½fache Verdampfung bei Versuchen mit oberschlesischer Kohle und auf seine angegebenen Coëfficienten hinweist.

Weiters befürchtet Herr Inspector Schwarz, daß die starke Verdampfung auf Kosten des Kohlenverbrauchs erfolge und die Gase sehr heiß abziehen. Der Vortragende verneint dies und verweist auf die während des Vortrages angegebenen Temperaturen in den Zügen. — Herr Director Zwiauer, auf den sich der Vortragende hinsichtlich der Verdampfungsziffern berief, bestätigt, daß bei einem Versuche allerdings 12 kg Wasser per 1 kg Kohle verdampft wurden, aber das Kesselwasser war alkalisch verunreinigt und wurde dadurch ca. $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{4}$ des Wassers mechanisch mitgerissen. Redner hebt jedoch den Vortheil dieses Systems hervor, daß das geheizte Medium hierbei immer eine bestimmte Zusammensetzung und Temperatur habe und dadurch vielleicht besser geeignet sei, Wärme aufzunehmen. — Hierauf bemerkt der Vortragende, daß, während z. B. das Wasser per 1 kg zur Temperaturerhöhung um 10 C. 1 Calorie braucht, der Dampf nur 0.4 Calorien benötigt, wozu noch die stetige Bewegung des übertragenden Mediums kommt. — Herr Inspector Kraus betont, daß der Wärmetransmissions-Coëfficient nichts mit der Oekonomie zu thun habe, es sei dieses System daher in vielen Fällen anwendbar wegen der geringen Raumbeanspruchung ohne Rücksicht auf Ersparnis. — Redner meint, daß diese Transmissions-Coëfficienten auch auf andere Weise erreicht werden, da sie abhängig sind von der absoluten Temperatur und von der Temperaturdifferenz, so in dem ersten Transmissionselement gewöhnlicher Dampfkessel, z. B. in der Box der Torpedobootskessel, wo die Dampferzeugung bis 200 kg steigt; es frage sich um die Endtemperatur der Heizgase. Der Vortragende gibt an, daß bei den Versuchen 1 und 2 eine Schornsteintemperatur von 400—500° gemessen worden ist. — Herr Inspector Schwarz glaubt, daß schon bei den bisherigen Dampfkesseln dieselben Verhältnisse bestünden. Herr Inspector Kraus weist darauf hin, daß bei Dampfkesseln mit bis zur Dampftemperatur vorgewärmtem Wasser auch eine höhere Leistung erzielt wird. Zum Schlusse führt Herr Regierungsrath Prof. Kick an, daß auch bei einer Backofenheizung ähnliche Transmissionsrohre verwendet worden sind und hält dieses System für gut.

Hierauf dankt der Vorsitzende Herr Ober-Ingenieur Herz für seinen sehr interessanten und anregenden Vortrag und schließt um 9½ Uhr die Sitzung.

Der Schriftführer:
Czischek.

Der Obmann:
Kick.

Vermischtes.

Personal-Nachrichten.

Der bisherige Vorstand der V. Abtheilung des Reichs-Kriegs-Ministeriums (Marine-Section), Marine-Land- und Wasserbau-Ober-Ingenieur I. Classe, Franz Oliva wurde unter belobender Anerkennung seiner vorzüglichen Dienstleistung als Vorstand dieser technischen Abtheilung, vom Reichs-Kriegs-Ministerium (Marine-Section) zum Marine-Land- und Wasserbau-Director, mit dem Amtssitze in Pola, ernannt.

Bei der General-Direction der k. k. österr. Staatsbahnen wurden die Herren Ober-Inspectoren: Gustav Plate, kais. Rath Ed. Schlagenhauser, beide in Wien, Franz Schäffer in Villach, zu General-Directionsrathen; die Inspectoren: Josef Iglatowski, Carl Pascher, Franz Wisata in Wien, Vincenz Ritter von Renzenberg in Lemberg, Ferd. Klemenčič in Laibach, zu Ober-Inspectoren; die Ober-Ingenieure: Josef Seidl, Johann Cieslikowski, Ferd. Leiss, Ferd. Wallner, Vincenz Pollack, Leonce Fraenkel in Wien; Const. Ritter von Psarski in Tarnopol, Adolf Post in Prag, Franz Jahoda in Prag, Felix Müller in Salzburg, Heinrich Otto in Villach, Michael Deutsch in Linz, zu Inspectoren; die Ingenieure: Leop. Ritter von Meyer-Treufeld, Alois Pfeiffer, Victor Etmayer, Albin Bonczak de Bondzida, Arth. Maurer Ritter von Mörtelau, Ignaz Mayer, Herm. Ritter von Littrow, Wien, Moriz Erb in Villach, Josef Haninczak in Lemberg, Theodor Opitz in Freiwaldau, Johann Brotan in Villach, Adolf von Socher in Linz, Michael Hochmuth in Knittelfeld: Josef Wimmer in Ebensee, zu Ober-Ingenieuren und die Ingenieur-Adjuncten: Josef Bartak in Wien, Franz Kranzer in St. Veit a. d. Glan und Max Sperl in Knittelfeld, zu Ingenieuren, befördert.

Herrn Ludwig Brauner, Stadt-Ingenieur in Marburg a. Drau, wurde von der steiermärkischen Statthalterei das Befugnis eines beh. aut. Bau-Ingenieurs ertheilt.

Herrn Gotthard Brdičko, Ingenieur der österr.-ungar. Staatseisenbahn-Gesellschaft in Kolin, wurde von der k. k. Statthalterei in Böhmen das Befugnis eines beh. aut. Bau-Ingenieurs ertheilt.

Offene Stellen.

13. Bei dem Stadtmagistrate von Agram kommen zwei Stadt-Ingenieurstellen, u. zw. die eine durch einen Bau-Ingenieur und die andere durch einen Maschinen-Ingenieur zur Besetzung. 1200 fl. Gehalt, 250 fl. Quartiergeld und 10% Theuerungsbeitrag. Näheres im Anzeigenthell.

Anthropologische Versammlung in Innsbruck. Zur Feier des fünfundsingzigjährigen Bestandes der deutschen anthropologischen Gesellschaft findet in der Zeit vom 24. bis 28. August l. J. in Innsbruck, wo gelegentlich der 43. Naturforscher-Versammlung die Gründung dieses Vereines angeregt wurde, eine gemeinsame Versammlung der deutschen und der Wiener anthropologischen Gesellschaft statt, zu

welcher alle Freunde der anthropologischen Forschung eingeladen sind. Die Sitzungen finden in den Räumen des Stadtsaalgebäudes statt, woselbst sich auch das Geschäftsbureau des Congresses befinden wird. Anmeldungen werden gegen Erlag von 4 fl. bei Herrn Prof. Dr. v. Wiesner Innsbruck, Ferdinandeum, entgegengenommen.

Saalbau in Ulm. Das engere Comité des Aufsichtsrathes vom Saalbauverein in Ulm hat den Entwurf mit dem Kennworte „Zeitblom“, dessen Verfasser Architekt Fritz Nusser in Wien ist, anzukufen beschlossen.

Bau der Ringcanäle in Brünn. Da bei der am 26. v. M. begonnenen commissionellen Verhandlung über das Project der Erbauung der beiden Ringcanäle Einsprachen von Mühlenbesitzern und anderen Interessenten erfolgten, die eine Verzögerung der Hintangabe, bzw. einer Inangriffnahme der betreffenden Bauarbeiten auf eine nicht absehbare Zeit gewärtigen lassen, so wurde die mit der Kundmachung vom 18. Juni l. J. ausgeschriebene Offertverhandlung bezüglich der Sicherstellung der Bau-Ausführungen dieser Canäle bis auf Weiteres sistirt.

Vergebung von Arbeiten und Lieferungen.

1. Bau eines Krankenhauses in Klein-Czell im Kostenbetrage von 42.203 fl. 12 kr. Am 14. Juli, 12 Uhr beim Vicegespanamt in Steinamanger. Vadium 2110 fl.

2. Herstellung geräuschloser Pflasterungen in der Bäckerstraße, Sonnenfelsgasse und am Lugeck, u. zw.: a) Steinpflasterungsarbeiten im Kostenbetrage von 3832 fl. 91 kr., eventuell 3685 fl. 65 kr.; b) der Asphaltirungsarbeiten von 5616 fl. 60 kr., eventuell 24.058 fl. 6 kr.; c) der Holzstöckelpflasterung von 18.468 fl. 13 kr. Am 14. Juli, 10 Uhr beim Magistrat Wien. Vadium 50%.

3. Bau eines Schul- und Capellengebäudes, des Waschhauses und der Oekonomiegebäude in der k. b. Landesbesserungsanstalt in Opatowitz. Am 15. Juli, 12 Uhr beim böhmischen Landesausschusse in Prag.

4. Vergebung des Baues eines Schlachthauses mit der Kostensumme von 25.000 fl. Am 15. Juli, 12 Uhr bei der Gemeindevorsteherung in B.-Csaba. Vadium 500 fl.

5. Bau einer Kirche im Kostenbetrage von 34.147 fl. 54 kr. Am 17. Juli, 10 Uhr beim kgl. ungar. Staatsbauamte in Steinamanger. Vadium 50%.

6. Bau eines Schulhauses im Kostenbetrage von 254.919 fl. 53 kr. Am 18. Juli beim Hilfsämter-Director des kgl. ung. Ministeriums für Cultus und Unterricht in Budapest. Vadium 50%.

7. Bau einer Schlachtbrücke im Kostenbetrage von 4792 fl. 68 kr. Am 20. Juli, 10 Uhr beim Gemeindeamte in Topolya. Vadium 100%.

8. Umlegung der Scharnsteiner Bezirksstraße am Hntsetzer und Schmidberge bei St. Conrad im Kostenbetrage von 3300 fl. Am

29. Juli, 12 Uhr beim oberösterreichischen Landesaussschusse in Linz. Vadium 100%.

9. Bau des ersten Loses der Eisenbahnlinie Tergu-Ocna-Salinen im Kostenbetrage von 90.000 Frs. Am 17. August beim Bantministerium in Bukarest.

10. Bau von Schutzdämmen am Pruthflusse bei Dianceni mit der Kostensumme von 234.281.96 Frs. Am 17. August beim Bantministerium in Bukarest.

11. Ausführung der mechanischen Einrichtung für die projectirte Wasserwerksanlage von der Donau in die Hochdruckreservoir der Station Linz im Kostenbetrage von 45.000 fl. Am 22. August, 12 Uhr bei der k. k. Eisenbahnbetriebs-Direction in Linz.

Der VI. internationale Binnenschiffahrts-Congress wird am 23. Juli d. J. in Haag eröffnet werden und sechs Tage dauern. Am 24. Juli soll ein Ausflug nach Rotterdam zur Besichtigung der dortigen Hafenanlagen erfolgen; am 27. desselben Monats soll Antwerpen besucht und die Canäle zum Rhein und zum Meere, sowie der Vorhafen von Ymuiden besichtigt werden. Nach Schluss der Verhandlungen sollen noch Excursionen erfolgen nach Haarlem und dem Haarlemer Meere, zu den Arbeiten für die projectirte neue Maasmündung, nach dem Znydersee mit der Insel Mrk, sowie nach Overysel zu den dortigen Torfmooren und Wasserstraßen. Die Verhandlungen werden sich auf folgende Fragen erstrecken: I. Abtheilung: Bau und Erhaltung der Canäle und Häfen. 1. Frage: Bau der Schiffahrtsanäle, welche einen Schnellbetrieb zulassen; 2. Frage: Ausrüstung der Schiffahrtshäfen. — II. Abtheilung: Technischer Betrieb. 3. Frage: Vorbeugen von Sperren während des Frostes; 4. Frage: Fortbewegung auf Canälen, canalisirten und natürlichen Flüssen. — III. Abtheilung: Commercialer Betrieb und wirthschaftliche Fragen. 5. Frage: Zölle auf den Wasserstraßen. — IV. Abtheilung: Schiffbare Flüsse und deren Verbesserung. 6. Frage: Beziehungen zwischen der Grundform der Flüsse und der Tiefe der Fahrinne; 7. Frage: Regulirung der Flüsse für Niedrigwasser.

Graphische Bestimmung des Schwerpunktes mit Hilfe von Trägheitsmomenten.

Anschließend an den Aufsatz von A. Zschetsche (S. 538 des Jahrg. 1893 d. Ztschr.) sei eine graphische Ermittlung des Schwerpunktes einer beliebigen Fläche mit Hilfe von Trägheitsmomenten mitgetheilt.

Sind J_1 und J_2 die Trägheitsmomente einer Fläche F bezüglich zweier im Abstände h parallel zu einander laufenden Achsen o und u , so ist das Trägheitsmoment bezüglich einer im Abstände x von o parallel zu o und u laufenden Achse X

$$J_x = J_2 + x \frac{J_1 - J_2}{h} - F \cdot x (h - x) \quad 1)$$

Die graphische Darstellung der Werthe $x \frac{J_1 - J_2}{h}$ ist die Gerade AB , die der Werthe

$$y = Fx(h - x) \quad 2)$$

die Parabel AB . Von allen Werthen J_x ist derjenige der kleinste, für welchen die Achse X durch den Schwerpunkt S der Fläche F geht. Sei dies die Achse s , so finden wir für den Abstand e derselben von o aus $\frac{dJ_x}{dx} = 0$ den Werth

$$e = \frac{h}{2} - \frac{J_1 - J_2}{2Fh} \quad 3)$$

*) Es ist nämlich

$$\begin{aligned} J_1 - J_2 &= F(h^2 - 2he) \\ J_2 &= J_s - Fe^2 \\ J_s &= J_s + F(x - e)^2 = \\ &= J_2 + F(x^2 - 2xe) \end{aligned}$$

$$\frac{x}{h} (J_1 - J_2) = \frac{x}{h} F(h^2 - 2he)$$

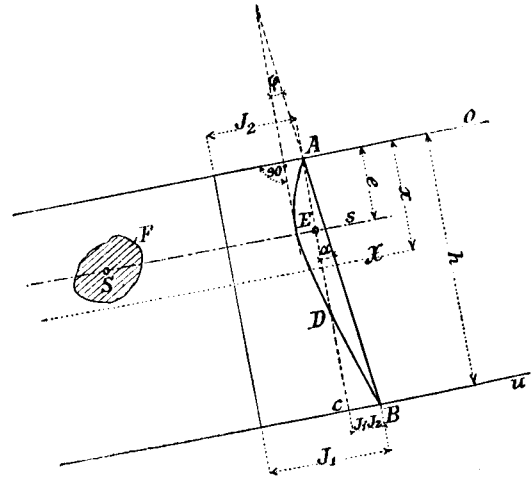
Durch Subtraction der beiden letzten Gleichungen erhält man unmittelbar Gleichung 1.

Den $\angle \varphi$, welcher die Tangente an die Parabel im Abstände e mit der Geraden AB bildet, findet man aus Gleichung 2), indem man x mit e vertauscht, aus der Beziehung

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{dy}{dx} = \frac{d}{de} F e (h - e) = F(h - 2e),$$

oder, da $J_1 - J_2 = F(h^2 - 2he)$ ist,

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{J_1 - J_2}{h} = \operatorname{tg} \alpha \quad 4)$$



und daher $\varphi = \alpha$, d. h. die Tangente an die Parabel im Punkte e steht senkrecht zu den Achsen o und u , und es folgt die folgende Construction: Hat man mit Hilfe der beiden Trägheitsmomente J_1 und J_2 und der Gleichung 1 und 2 die Parabel AB gezeichnet, so ziehe man durch A die Normale zu den Achsen o und u . Dieselbe schneidet die Parabel AC in einem Punkte D so, daß der Abstand

$$AD = 2e \quad 5)$$

ist. Macht man $AE = ED$, so ist die durch E normal zu AD gelegte Gerade ein geometrischer Ort für den Schwerpunkt S der Fläche F .

L. Gensen.

Eingelangte Bücher.

5441. **Styllehre der architektonischen Formen der Renaissance** von A. Hauer. 80. 178 S. u. 100 Abb. 3. Aufl. Wien 1891. Geschenk des Herrn Verfassers.

7195. **International Engineering Congress in Chicago 1893**. Papers read before division a civil engineering. 80. 2 Bänd. 1893. Geschenk der „American society of Civil-Engineers in New-York“.

7196. **Les travaux publics et les mines dans les traditions et les superstitions de tous les pays** par P. Sébillot. 80. 623 S. m. 8 Taf. u. 428 Abb. Paris 1894. J. Rothschild.

7197. **Dynamomaschinen** für Gleich- und Wechselstrom und Transformatoren von G. Kapp. Deutsche Ausgabe von Dr. L. Holborn und Dr. K. Kahle. 80. 831 S. m. 137 Abb. Berlin 1894. Springer. Mk. 7.—.

6541. **Lehrbuch der Bewegung flüssiger Körper** von R. Klimpert. 2. Band. 2. Hälfte. 80. 136 S. u. Abb. Stuttgart 1894. J. Maier. Mk. 3.50.

6989. **Der Fapadenbau**. 1. Theil. Hausteinbau von Hittenkofer. 80. 271 S. m. 365 Abb. 3. Aufl. Strelitz i. W. Mk. 18.—.

6210. **Bericht über das Präcisions-Nivellement** in Europa von A. Ritter v. Kalmár. 80. 17 S. m. 16 Taf. Wien 1894. Geschenk des Herrn Verfassers.

7198. **Gl'interrimenti nell' alveo sinistro dell' isola tiberina e proposte per rimedi arvi** von Cav. v. Tuccimei. 80. 26 S. m. 1 Taf. Roma 1894. Geschenk des Verfassers.

7199. **Flaschenzug und Zirkelspitze**. Lederfreie Dichtungen für Techniker in der Zeit des Hubwechsels. 80. 60 S. Graz 1894. Pechel. fl. 1.80.

INHALT. Die Donau von Regensburg bis Turn-Severin in ihrem heutigen Zustande. Von Friedrich Bömches, Hafenbau-Director i. R. (Fortsetzung zu Nr. 27.) — Der Hagelsturm am 7. Juni in Wien und Umgebung. Von Vincenz Pollack. — Vereins-Angelegenheiten: Fachgruppe der Maschinen-Ingenieure. Ausserordentliche Versammlung vom 4. April 1894. — Vermischtes. — Eingelangte Bücher.

Eigenthum und Verlag des Vereines. — Verantwortl. Redacteur: Paul Kortz, beh. aut. Civil-Ingenieur. — Druck von R. Spies & Co. in Wien.

ZEITSCHRIFT

DES

OESTERR. INGENIEUR- UND ARCHITEKTEN-VEREINES.

XLVI. Jahrgang.

Wien, Freitag den 20. Juli 1894.

Nr. 29.

Ueber die Berechnung großer gewölbter Brücken.

Von Sigmund Kulka, Ingenieur-Adjunct der k. k. österr. Staatsbahnen.

(Hiezu Tafel XIII.)

Allgemeines.

Wenn der ausübende Ingenieur vor die Aufgabe gestellt wird, große Brückengewölbe zu construiren, so ist er sich bewusst, daß er es hier mit Bauwerken zu thun hat, bei denen einerseits weder das Spiel der äußeren Kräfte, noch andererseits die durch dieselben hervorgerufenen Spannungen so vollständig klar liegen und durch die Lehren der Mechanik bestimmt sind, wie beispielsweise bei eisernen Brücken. Der Einfluss der Uebermauerung, die Art und Weise der Vertheilung der mobilen Belastung, die Festigkeit und Widerstandsfähigkeit der Widerlager, die Einflüsse der Setzung, der Temperatur etc., die Zerdrückungsfestigkeit des aus Stein und Mörtel zusammengesetzten Mauerwerkskörpers sind Größen, mit denen man, streng genommen, nicht mathematisch rechnen kann und es wäre ein Irrthum, zu glauben, daß die durch die Rechnung sich ergebenden Beanspruchungen denen entsprechen, welche im Gewölbe wirklich auftreten. Es ist dann natürlich, daß, wie es so häufig der Fall ist, die Unbestimmtheit der Aufgabe durch Annahme eines großen Sicherheits-Coeffizienten auf Kosten der ökonomischen Ausführung ausgeglichen wird und man im Uebrigen auf die schnellste und bequemste Methode der Gewölberechnung greift, auf die einfache Annahme der „günstigsten“ Stützlinie.

Auf Tafel XIII sind eine Reihe größerer gewölbter Brücken von verschiedenen Spannweiten dargestellt, deren generelle Constructionsverhältnisse durch die angenommene Höhenlage der Nivellette einerseits, sowie durch die Hochwasser-Cöten andererseits, bestimmt erschienen und deren Berechnung Gegenstand der vorliegenden Erörterungen sein soll. Es wurde zunächst der allgemein übliche Weg eingeschlagen, die Dimensionen empirisch und ausgeführten Objecten entsprechend anzunehmen und dann die Gewölbe der Stabilitätsuntersuchung zu unterziehen. Für die Wahl der Scheitelstärke standen eine ganze Reihe empirischer Formeln zur Verfügung.*) So ist, wenn l die Spannweite, h die Pfeilhöhe des Gewölbes bedeutet, die Scheitelstärke

nach Kaven a) $d_0 = \left(0.025 + 0.00333 \frac{l}{h}\right) l + 0.22 m$;

nach Perronet b) $d_0 = 0.0347 l + 0.32 m$;

nach Rankine, wenn r der Radius der Gewölbslaibung ist:

c) $d_0 = 0.346 \sqrt{r}$;

nach der neueren französischen Formel ist

d) $d_0 = 0.035 (l - 10) + 0.40 m$.

Die in Frankreich ausgeführten großen Gewölbe haben durchwegs kleinere Scheitelstärken, als sich aus den vorstehenden Formeln ergibt, und zwar:**)

	Lichtweite in m	Scheitelstärke in m
Viaduc du Gour-Noir	60.0	1.70
Pont de Lavaur	61.5	1.65
Pont Antoinette	50.0	1.50
Pont du Castelet	41.2	1.25

	Lichtweite in m	Scheitelstärke in m
Pont de Ceret	45.0	1.40
Pont d'Oloron	40.0	1.30
Pont de la Gravona	43.5	1.40

Die Formel d) ergibt Werthe, welche sich den vorangeführten Scheitelstärken am meisten nähern, und wurde für die versuchsweise Annahme der Scheitelstärke benützt. Die Kämpferstärke wurde für die ersten Entwürfe im Allgemeinen nach dem üblichen Constructionsprincip, die verticale Projection der Kämpferfuge der Scheitelstärke gleich zu machen, bestimmt und endlich die Ueberschüttungshöhe im Scheitel bei den kleinen Gewölben mit 0.80—0.90 m angenommen und entsprechend der wachsenden Spannweite bis auf 1.40 m für die Spannweite = 65.0 m vergrößert. Hiedurch nun war der erste Entwurf für die Gewölbe gegeben. Für das specifische Gewicht des Mauerwerkes wurden 2300 kg pro m³, für das specifische Gewicht der Hinterfüllung 1800 kg pro m³ angenommen. Für die Größe der mobilen Belastung werden von den verschiedenen Autoren die verschiedensten Annahmen gemacht. So wird häufig die mobile Belastung als ein über die ganze Fahrbahnbreite vertheilter Mauerwerkskörper von 0.8 m Höhe angenommen. Müller-Breslau gibt die Belastung für gewölbte Eisenbahnbrücken mit 1200—1600 kg/m² Fahrbahn an; A. Castigliano legt seiner Stabilitätsuntersuchung der 42.0 m weiten Ogliobücke 1067 kg/m² zu Grunde. Es erschien nun am entsprechendsten, die mobile Belastung unter der Annahme festzustellen, daß das Gewicht eines aus zwei Locomotiven sammt Tendern und Güterwagen bestehenden Belastungszuges (Textfig. 1) mit Rücksicht auf die hohen Uebermauerungen vom

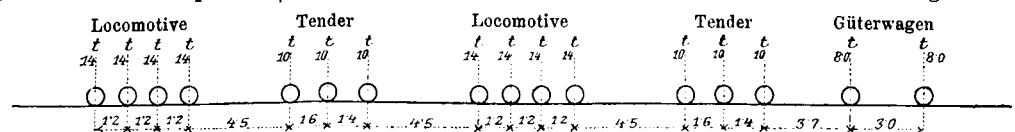


Fig. 1.

Gewölbe in seiner vollen Breite getragen wird und sich somit auch auf die volle Breite desselben vertheilt. Hierbei ergibt sich p. l. m Gewölbe eine größere, gleichförmige Belastung als nach Scala a. der Brückenverordnung vom 15. September 1887. Die vielfach gemachte Annahme, daß der Druck der Fahrbetriebsmittel sich nur auf die Schwellenbreite von 2.4 m vertheilt

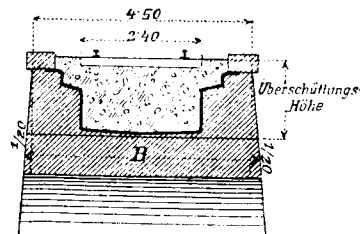


Fig. 2.

(Textfig. 2), ist wohl mit Rücksicht auf den Verband im Mauerwerk und bei einer nur halbwegs größeren Ueberfüllungshöhe nicht ganz zutreffend, und wenn selbst durch die mobile Belastung im mittleren Theile des Gewölbes eine größere Beanspruchung hervorgerufen wird, so wirkt andererseits an den äußeren Theilen desselben das viel schwerere Parapettmauerwerk ungünstig ein und wird ein Ausgleich dieser beiden Einflüsse stattfinden. Im Uebrigen ist der Einfluss der mobilen Belastung nicht so bedeutend, daß hiedurch die Dimensionirung großer Gewölbe wesentlich beeinflusst würde.

*) Siehe Vorträge über Baumechanik von K. v. Ott, 1. Theil.

**) Siehe Bericht über die Exposition universel à Paris en 1889.

Dies vorausgeschickt, soll nun zunächst mit einigen Worten die ältere Gewölberechnung besprochen werden.

Ältere Gewölberechnung.

Um die Wirkung zu untersuchen, welche eine beliebige Kraft D auf die Fugenfläche ab ausübt (Textfig. 3), zerlegt man die Kraft D in zwei Componenten N und S und bringt im Fugenmittel zwei gleiche und entgegengesetzte Kräfte N an. Die Beanspruchung der Fugenfläche lässt sich nun in dreifacher Weise specialisiren:

- a) Das Kräftepaar N mit dem Hebelarm e bringt eine Drehung hervor und beansprucht den Querschnitt auf Biegung.
 - b) Die Axialkraft oder Normalpressung N übt einen gleichmäßigen, über die ganze Fugenfläche vertheilten Druck aus.
 - c) Die Schubkraft S sucht ein Gleiten des Elementes an der Fläche ab hervorzurufen.
- ad a) Durch das Biegemoment $M = N \cdot e$ werden in den äußersten Fasern a und b gleiche und entgegengesetzte Spannungen erzeugt, und zwar bei einer Gewölbstiefe $= 1$

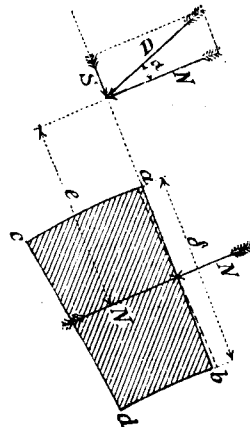


Fig. 3.

$$i' = \pm \frac{6M}{\delta^2} = \pm \frac{6 \cdot N \cdot e}{\delta^2}$$

ad b) Die Beanspruchung in Folge der Axialkraft ist:

$$i'' = \frac{N}{\delta}$$

Es beträgt somit die summarische Spannung:

$$\left. \begin{aligned} i_a &= i' + i'' = \frac{N}{\delta} \left(1 + 6 \frac{e}{\delta} \right) \\ i_b &= -i' + i'' = \frac{N}{\delta} \left(1 - 6 \frac{e}{\delta} \right) \end{aligned} \right\} \dots 1)$$

für $e < \frac{1}{6} \delta$ wird i_a und i_b immer positiv sein, so daß jede Kraft, die innerhalb $\alpha \beta$ (Textfig. 4) angreift nur Druckspannungen im Gewölbe hervorruft.

ad c) Die Schubkraft S wird durch den Reibungswiderstand und durch die Cohäsion des Mörtels aufgehoben.

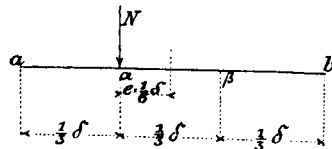


Fig. 4.

Die ältere Theorie stellt nun den Satz auf, daß in Folge der Zusammendrückbarkeit der Gewölbesteine sich der Druck auf die Scheitelfuge, sowie auf alle übrigen Fugen gleichmäßig vertheilt, so daß im Gleichgewichtszustand des Gewölbes die Stützlinie wenigstens innerhalb des Kernes liegen muss. Die ältere Theorie bestimmt, wenn die Belastung gegeben ist und die Gewölbsform gewählt werden kann, diese sowie die Gewölbsdimensionen so, daß die Stützlinie mit der Bogenachse zusammenfällt. Ist umgekehrt das Gewölbe selbst gegeben, so wird dasselbe dann als stabil betrachtet, wenn sich innerhalb des Kernes eine Stützlinie verzeichnen lässt und durch die nach den Gleichungen 1) berechnete Inanspruchnahme keine Ueberschreitung der zulässigen Pressung stattfindet. Das Wesen der älteren Theorie basirt also auf der willkürlichen Annahme der Stützlinie. Die neueren Forscher haben darauf hingewiesen, daß auch das Gewölbe, so wie jeder Bogen mit weniger als drei Gelenken ein statisch unbestimmtes System sei, das zu seiner Berechnung die Zuhilfenahme der Elasticitäts-Gleichungen bedürfe und durch die Forderung zu bestimmen ist, daß es auch nach der Deformation zwischen seine Widerlager passen müsse. Diese Principien finden ihren Ausdruck in dem von H. Müller-Breslau angegebenen und praktisch sehr vorthellhaft anwendbaren Verfahren, das nunmehr mit einigen Worten vorgeführt werden soll.

Berechnung von symmetrisch belasteten Gewölben nach H. Müller-Breslau.

Die Drucklinie eines symmetrisch belasteten Gewölbes (Textfigur 5) ist ein symmetrisches Seilpolygon, auf das somit auch alle Eigenschaften desselben anzuwenden sind. Nimmt man H vorläufig $= 0$ an, so hat man nur die vertical wirkenden Kräfte G_1, G_2, G_3 und man erhält das Moment derselben in Bezug auf irgend einen Punkt γ , wie beim einfachen Balken, wenn man eine beliebige Poldistanz H' mit der Ordinate der Momentenfläche η' multiplicirt, somit $M_\gamma = H' \cdot \eta'_\gamma$. Tritt nun der wirkliche Horizontalschub H hinzu, so ist das Moment von H in Bezug auf γ

$$M_\gamma = H(z_x - z_0);$$

für den Gleichgewichtszustand muss das Moment aller Kräfte in Bezug auf irgend einen Punkt $= 0$ sein und somit $M_\gamma = M'_\gamma$ und weiters

$$H(z_x - z_0) = H' \cdot \eta'_\gamma \dots 2)$$

In dieser Gleichung sind H, z_x und z_0 unbekannt und müssen zur Bestimmung derselben zwei Elasticitätsgleichungen aufgestellt werden; andererseits sind für einen beliebigen Horizontalschub die Ordinaten der Momentenfläche η'_γ früher zu bestimmen.

Durch die wirkenden Kräfte tritt eine Deformation der Bogenachse ein und es ändert sich für den Punkt γ die Ordinate y um Δy , die Abscisse x um Δx und der Winkel φ um $\Delta \varphi$. Unter der Voraussetzung starrer Widerlager ist φ_0 constant und ist $\Delta \varphi$ gleich der Summe aller unendlich kleinen Aenderungen $d \Delta \varphi$; dasselbe gilt für Δx und Δy und man hat:

$$\Delta \varphi = \int_0^x d \Delta \varphi; \Delta x = \int_0^x d \Delta x; \Delta y = \int_0^x d \Delta y; \dots 3)$$

für $x = l$ soll $\Delta \varphi = 0, \Delta x = 0$ und $\Delta y = 0$ sein; es ergeben sich somit die Bedingungsgleichungen:

$$\left. \begin{aligned} 0 &= \int_0^l d \Delta \varphi \\ 0 &= \int_0^l d \Delta x \\ 0 &= \int_0^l d \Delta y \end{aligned} \right\} \dots 4)$$

Die erste der Gleichungen enthält die Bedingung, daß der Winkel, welchen die Tangente an die Bogenachse mit dem Horizont einschließt, unverändert bleibe, die zweite, daß keine Veränderung der Spannweite eintritt und die Widerlager auseinander gepresst werden, und die dritte endlich, daß keine Verschiebung der Gewölbsanläufe im verticalen Sinne erfolge. Diese letztere Bedingung wird bei einem symmetrischen Gewölbe immer erfüllt, so daß die letzte Gleichung in Wegfall kommt und nur die beiden ersteren als für die Bestimmung eines symmetrischen Gewölbes übrig bleiben. Nach entsprechender Transformation der ersten beiden Gleichungen der Gruppe 4) und mit Zuhilfenahme der Gleichung 2) erhält nun Müller-Breslau die gesuchten Unbekannten H, z_x und z_0 . Setzt man nämlich

$$\left. \begin{aligned} \int_0^l y \cdot dx &= f \cdot l, \quad \int_0^l y^2 \cdot dx = u \cdot f \cdot l \\ \int_0^l \eta'_\gamma \cdot dx &= f' \cdot l, \quad \int_0^l y \cdot \eta'_\gamma \cdot dx = u' \cdot f' \cdot l \end{aligned} \right\} \dots 5)$$

und weiters $f - \frac{\delta^2 \cdot \varphi_0}{6l} = f_0, u + \frac{\delta^2 \cdot a \cdot \varphi_0}{6f'l} = u_0$, wobei $y, \eta'_\gamma, l, \varphi_0$ und a die aus Textfigur 5 ersichtliche Bedeutung haben und $\delta =$ mittlere Gewölbsstärke $= \frac{d_0 + d_1}{2}$ ist, so erhält man den wirklichen Horizontalschub:

$$\left. \begin{aligned} H &= H' \frac{u' - f'}{u_0 - f_0} \text{ und die Endordinate der Stützlinie} \\ z_0 &= f_0 - \frac{H'}{H} \cdot f'; \text{ die Ordinate in einer beliebigen Fuge ist:} \\ z_x &= z_0 + \frac{H'}{H} \cdot \eta'_{\gamma x} \end{aligned} \right\} \dots 6)$$

Die Berücksichtigung der unsymmetrischen Belastung soll in dem nunmehr zur Behandlung kommenden speciellen Falle gezeigt werden.

Stabilitätsuntersuchung einer Brücke von $l = 65.0\text{ m}$ Spannweite.

(Siehe Tafel XIII, Fig. 1–3.)

Die Pfeilhöhe h beträgt 17.90 m ; $\frac{h}{l} = \frac{1}{3.631}$. Die ursprünglich nach der Formel d) berechnete Scheitelstärke von 2.32 m wurde schließlich auf $d_0 = 2.10\text{ m}$ reducirt, wie überhaupt kleine Aenderungen in der Gewölbsform und in den Gewölbsdimensionen so lange vorgenommen wurden, bis die durch Rechnung erhaltene Stützlinie sich der Bogenachse möglichst anschmiegte. Hierbei zeigte sich speciell eine allzu große Stärke am Kämpfer, die ja theilweise durch das Anwachsen der Kräfte gegen denselben bedingt ist, als unökonomisch und überflüssig, so daß im vorliegenden Falle dieselbe mit $d_1 = 3.1\text{ m}$ bemessen wurde. Zur geometrischen Bestimmung des Gewölbes wurde gerechnet: $\alpha = 28^\circ 50' 40.62''$, $R_1 = \text{Radius der Gewölbslaibung}$

geführt, als wenn das Gewölbe vollkommen symmetrisch und mit der halben Verkehrslast $\frac{P}{2}$ per lfd. Mtr., jedoch auf die ganze

Gewölbslänge vertheilt, belastet wäre. Unter dieser Voraussetzung wurde für die gerade Anzahl von 20 Lamellen, in welchen eine Gewölbshälfte getheilt wurde, die Gewichte derselben für die ganze Seite des Gewölbes bestimmt und auf Tafel XIII, Fig. 1 und 2 mit $G_1'', G_2'', G_3'' \dots$ bezeichnet. Hierbei ist in t

$G_1'' = 114.8$	$G_2'' = 388.1 + 13.5 = 401.6$	$G_3'' = 88.2$
$G_4'' = 76.2$	$G_5'' = 290.5 + 13.5 = 304.0$	$G_6'' = 65.6$
$G_7'' = 60.3$	$G_8'' = 224.7 + 13.5 = 238.2$	$G_9'' = 52.4$
$G_{10}'' = 48.5$	$G_{11}'' = 147.7 + 9.00 = 156.7$	
$G_{12}'' = 101.9 + 4.5 = 106.4$	$G_{13}'' = 90.9 + 4.5 = 95.4$	
$G_{14}'' = 81.3 + 4.5 = 85.8$	$G_{15}'' = 74.3 + 4.5 = 78.8$	
$G_{16}'' = 68.2 + 4.5 = 72.7$	$G_{17}'' = 64.0 + 4.5 = 68.5$	
$G_{18}'' = 61.0 + 4.5 = 65.5$	$G_{19}'' = 58.7 + 4.5 = 63.2$	
$G_{20}'' = 57.6 + 4.5 = 62.1$		

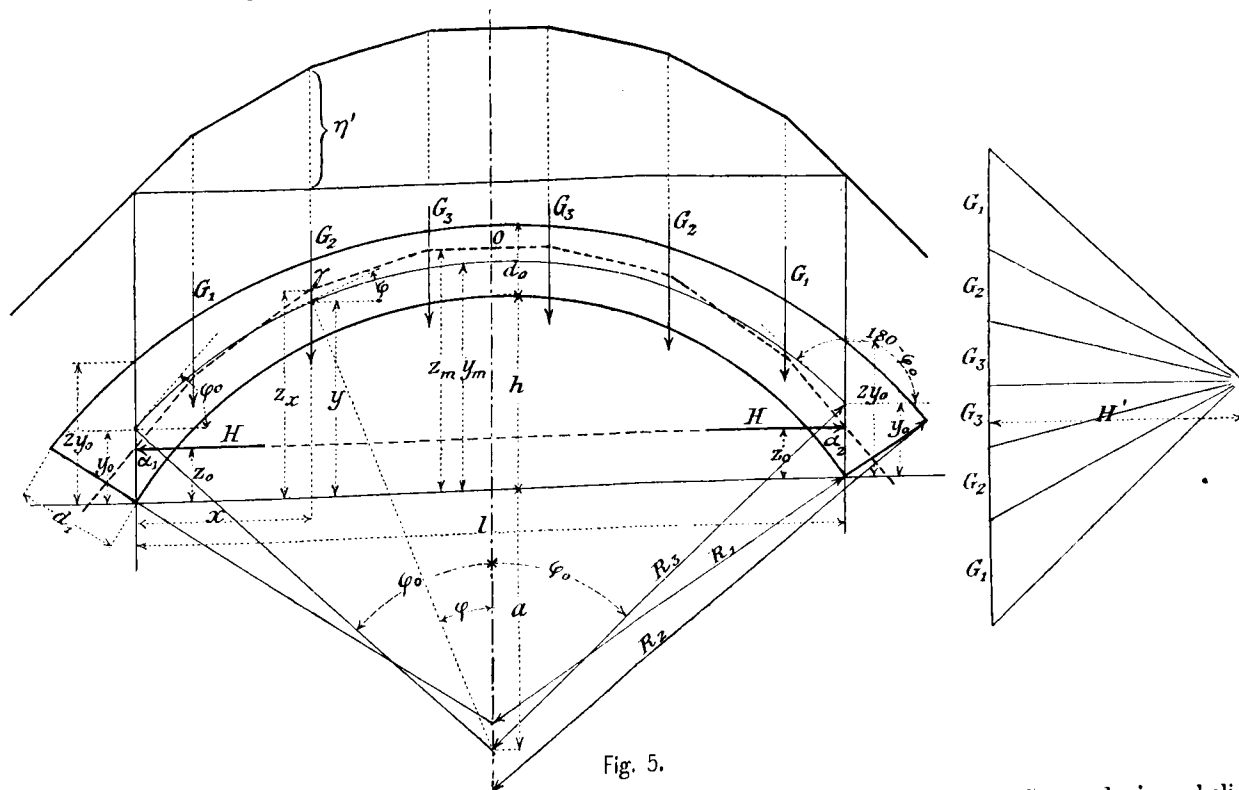


Fig. 5.

$= 38.454\text{ m}$, $R_2 = \text{Radius vom Gewölbsrücken} = 42.792\text{ m}$. Unter Bogenachse verstehen wir den durch die Mittel der senkrechten Kämpfer- und Scheitelfuge gelegten Kreisbogen. R_3 , der Radius der Bogenachse $= 40.36\text{ m}$. Weiters ist: $\varphi_0 = 53^\circ 38' 7.8''$ und $\text{arc. } \varphi_0$ für den Halbmesser $1 = 0.93612$, $a = R_3 - y_2 = 21.41\text{ m}$. Die Ordinaten der Bogenachse lassen sich aus der Formel

$$d_0 + h - y = R_3 - \sqrt{R_3^2 - \left(\frac{l}{2} - x\right)^2} \quad \dots \quad 7)$$

berechnen. Als ungünstigster Belastungsfall wurde jener betrachtet, in welchem nur eine Gewölbshälfte, und zwar die rechtsseitige, durch die Verkehrslast p pro lfd. Mtr. Gewölbe belastet wird, wobei $p = 180\text{ t}$ unter Annahme des früher erwähnten Belastungszuges $= \frac{180\text{ t}}{2}$

$= 5.54\text{ t}$, d. i. pro m^2 Brücke $= 1231\text{ kg}$ erhalten wurde. Die Annahme dieses Belastungsfalles als des ungünstigsten ist wohl theoretisch nicht vollkommen zutreffend, genügt jedoch für die Praxis mit Rücksicht auf den verhältnismäßig geringen Einfluss, welchen die mobile Belastung gegenüber der permanenten ausübt, vollkommen. Die Rechnung wird nun zunächst so durch-

Unter Annahme dieser Gewichte G_x'' und eines beliebigen Horizontalschubes $H' = 1500\text{ t}$, wurde hierauf eine Stützlinie construirt, deren Ordinaten mit $\gamma_1', \gamma_2', \gamma_3' \dots$ bezeichnet und aus Fig. 1 ersichtlich sind. $\gamma_{x'} \cdot H'$ gibt das Moment der Gewichte bezüglich irgend eines Punktes. Um hierbei die durch die graphische Construction entstehenden Ungenauigkeiten in der Größe von $\gamma_{x'}$ zu vermeiden, wurden für eine größere Anzahl von Fugen die Momente rechnerisch bestimmt; so ist für die Gewölbsmitte:

$$m_{20} = 29434.03\text{ m}; \text{ hiebei ist die Reaction } A'' = 2306.9\text{ t}$$

$$\gamma_{20}' = \frac{m_{20}}{H'} = 19.623\text{ m}; \text{ für die Fuge 16 ist}$$

$$m_{16} = 28608.8\text{ mt}; \quad \frac{m_{16}}{H'} = 19.07\text{ m} = \gamma_{16}', \text{ weiters}$$

$$m_{13} = 26787.6\text{ mt}; \quad \frac{m_{13}}{H'} = 17.86\text{ m} = \gamma_{13}'$$

$$m_{12} = 25902.99\text{ mt}; \quad \frac{m_{12}}{H'} = 17.26\text{ m} = \gamma_{12}'$$

$$m_{10} = 23592.40\text{ mt}; \quad \frac{m_{10}}{H'} = 15.73\text{ m} = \gamma_{10}'$$

$$m_8 = 20652.54 \text{ mt}; \frac{m_8}{H'} = 13.77 \text{ m} = \eta_{18}'$$

$$m_5 = 14824.00 \text{ mt}; \frac{m_5}{H'} = 9.88 \text{ m} = \eta_{15}'$$

Berechnet man nun weiters die Ordinaten der Bogenachse nach der früher angegebenen Formel 7), so erhält man die in Fig. 1 angegebenen Größen y_0, y_1, y_2, \dots . Die mittlere Gewölbsstärke

$$\delta = \frac{d_0 + d_1}{2} = \frac{2.10 + 3.10}{2} = 2.60 \text{ m}; \text{ die Lamellenbreite } \lambda = \frac{l}{40} = 1.625 \text{ m}.$$

Nach der Simpson'schen Formel ergibt sich:

$$\int_0^1 y \cdot dx = f l = \frac{2\lambda}{3} [y_0 + y_{20} + 4(y_1 + y_3 + y_5 + \dots + y_{19}) + 2(y_2 + y_4 + y_6 + \dots + y_{18})]$$

$$\int_0^1 \eta' \cdot dx = f' l = \frac{2\lambda}{3} [\eta_{20}' + 4(\eta_{11}' + \eta_{13}' + \eta_{15}' + \dots + \eta_{19}') + 2(\eta_{12}' + \eta_{14}' + \eta_{16}' + \dots + \eta_{18}')]]$$

$$\int_0^1 y^2 \cdot dx = u \cdot f \cdot l = \frac{2\lambda}{3} [y_0^2 + y_{20}^2 + 4(y_1^2 + y_3^2 + y_5^2 + \dots + y_{19}^2) + 2(y_2^2 + y_4^2 + y_6^2 + \dots + y_{18}^2)]$$

$$\int_0^1 y \cdot \eta' \cdot dx = u' \cdot f \cdot l = \frac{2\lambda}{3} [y_{20} \cdot \eta_{20}' + 4(y_1 \cdot \eta_{11}' + y_3 \cdot \eta_{13}' + y_5 \cdot \eta_{15}' + \dots + y_{19} \cdot \eta_{19}') + 2(y_2 \cdot \eta_{12}' + y_4 \cdot \eta_{14}' + y_6 \cdot \eta_{16}' + \dots + y_{18} \cdot \eta_{18}')]]$$

Setzt man nun die Werthe von y_0, y_1, y_2, \dots , weiters von $\eta_{11}', \eta_{12}', \eta_{13}', \dots$ in obige Reihen ein, so erhält man zunächst:

$$f = \frac{1}{60} \cdot 840.89 = 14.015 \text{ m}; f' = \frac{1}{60} \cdot 828.62 = 13.810;$$

$$u = \frac{1}{840.89} \cdot 13101.8307 = 15.581$$

$$u' = \frac{1}{840.89} \cdot 13200.1088 = 15.698.$$

Berechnet man noch f_0 aus der Gleichung:

$$f_0 = f - \frac{\delta^2 \cdot \varphi_0}{6l} = 14.015 - 0.016 = 13.999 \text{ m} \text{ und } u_0 \text{ aus}$$

der Gleichung:

$$u_0 = u + \frac{\delta^2 \cdot a \cdot \varphi_0}{6f l} = 15.581 + 0.025 = 15.606, \text{ so erhält}$$

man aus Gleichung 6) den wirklichen Horizontalschub

$$H = 1500 \frac{15.698 - 15.581}{15.606 - 13.999} = 1762 \text{ t},$$

die Ordinate der Stützlinie in der Fuge 0 bei symmetrischer Belastung aus

$$z_0 = 13.990 - \frac{1500}{1762} \cdot 13.810 = 2.243 \text{ m}$$

und die Ordinaten der Stützlinie in den Fugen 0, 1, 2... bei symmetrischer Belastung in m:

$$z_1 = 2.24 + \frac{1500}{1762} \cdot 2.43 = 4.31$$

$$z_2 = 2.24 + \frac{1500}{1762} \cdot 4.59 = 6.15$$

ebenso

$z_3 = 7.74,$	$z_9 = 14.82,$	$z_{15} = 18.21,$
$z_4 = 9.30,$	$z_{10} = 15.63,$	$z_{16} = 18.48,$
$z_5 = 10.65,$	$z_{11} = 16.34,$	$z_{17} = 18.69,$
$z_6 = 11.86,$	$z_{12} = 16.93,$	$z_{18} = 18.82,$
$z_7 = 12.98,$	$z_{13} = 17.44,$	$z_{19} = 18.91,$
$z_8 = 13.96,$	$z_{14} = 17.85,$	$z_{20} = 18.94.$

Ein Vergleich mit den Ordinaten der Bogenachse zeigt, daß im Wesentlichen die Stützlinie in diesem Belastungsfalle mit der Bogenachse zusammenfällt und nur in der Nähe der Kämpfer, wie stets bei flachen Bögen, von denselben stärker abweicht und sich mehr der Gewölbslaibung nähert. Hiemit ist nun der Horizontalschub und die Stützlinie unter Annahme der symmetrischen Belastung bestimmt und es erübrigt nunmehr die Berücksichtigung des Umstandes, daß die mobile Belastung blos an der rechtsseitigen Gewölbshälfte wirkt. Dies erfolgt nun nach Müller-Breslau in folgender Weise: Beträgt die Verkehrslast pro lfd. Mtr.

der rechten Gewölbshälfte p , so haben wir uns (Textfig. 6) $\frac{p}{2}$

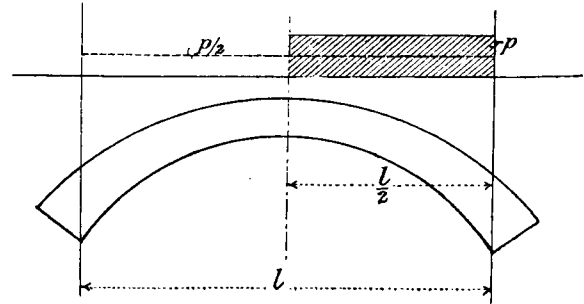


Fig. 6.

über die ganze Gewölbslänge vertheilt gedacht. Wir müssen daher, um von dem bisher angenommenen Belastungsfall auf den wirklichen zu kommen, von der linksseitigen Hälfte $\frac{p}{2} \times \frac{l}{2}$ wegnehmen und auf der rechtsseitigen Gewölbshälfte zugeben oder aber zur Durchführung der Rectification den Einfluss des in Textfig. 7 dargestellten

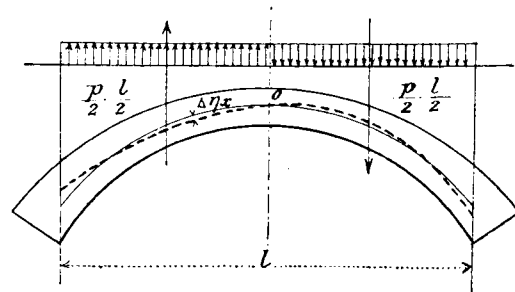


Fig. 7.

Belastungsfalles auf den Horizontalschub und die Drucklinie untersuchen.

Eine einfache Ueberlegung lehrt, daß der gefundene Horizontalschub in Folge dieses Kräftepaars gar nicht alterirt wird.

↑ $\frac{p \cdot l}{4}$ ↓ $\frac{p \cdot l}{4}$ rufen zwei gleiche und entgegengesetzte Horizontalschübe hervor, die sich aufheben, so daß der diesem Belastungsfalle entsprechende Horizontalschub = 0 ist und der für das symmetrisch belastete Gewölbe gerechnete Schub $H = 1762 \text{ t}$ auch für das unsymmetrisch belastete Gewölbe gilt.

Ebenso bleibt auch der Punkt 0 für die Stützlinie der unsymmetrischen Belastung unverändert, nachdem das Moment des gegenständlichen Belastungsfalles mit Bezug auf den Scheitel = 0 und somit auch die Aenderung der Drucklinienordinate = 0 sein muss. Dagegen wird eine Schwenkung der Stützlinie selbst um 0 stattfinden und ist die Tangente im Scheitel derselben nicht mehr horizontal; der Scheiteldruck wird vielmehr eine verticale Componente haben, deren Größe vorläufig unbestimmt und von der Auflagerung des Bogens abhängig ist. Bezeichnet man nun die Aenderung der Drucklinienordinate in irgend einem Punkte mit $\Delta \eta_x$, so ist $\Delta \eta_x$ eine Function der Aenderung des Momentes ΔM_x , an dieser Stelle in Folge des vorher angegebenen Belastungsfalles, und es wird immer, nachdem hiebei der Horizontalschub constant bleibt,

$$\Delta \eta_x = \frac{\Delta M_x}{H} \quad \dots \dots \dots 8)$$

Die Donau von Regensburg bis Turn-Severin in ihrem heutigen Zustande.

Von Friedrich Bömches, Hafenbau-Director i. R.

(Schluss zu Nr. 28.)

Wir gelangen nun zur letzten Section des in der Regulirung begriffenen Stromlaufes. Es ist die Section der unteren Donau, zwischen Alt-Moldova und Turn-Severin, welche auf der circa 136 km langen Strecke die unter dem Collectiv-Namen „Das eiserne Thor“ bekannten Katarakte umfasst. Die hier in Ausführung befindlichen Arbeiten erwecken das hervorragendste Interesse des Wasserbau-Technikers, weil sie sich mit der Lösung eines besonders schwierigen und bei anderen Flusscorrectionen unter gleichen Umständen nicht vorgekommenen Problems beschäftigen. Es ist das Problem der submarinen Massenerstörung von felsigem Untergrund.

Die charakteristischen Merkmale des grossen Durchbruches der Donau durch das Banater Gebirge bestehen in einer sehr variablen Tiefe, in einem äusserst unregelmässigen Gefälle und in einer bedeutenden Einengung des Flussbettes. Die hieraus resultierenden Uebelstände gipfeln in einer geringen Wassertiefe (bis zu 0.80 m), in einer grossen Stromgeschwindigkeit (4–5 m pro Secunde), endlich in den außerordentlich raschen Schwankungen

1. Vier im offenen Strome einzuschneidende Schiffahrts-Canäle, und zwar bei Stenka, Kozla-Dojke, Izlas-Tachtalia-Greben und bei Jucz.
2. Theilweise Abgrabung der Grebenspitze.
3. Errichtung von zwei Staudämmen, und zwar von Greben bis Milanovac, dann von Jucz bis Kolubinja.
4. Anlage eines durch hochwasserfreie Dämme begrenzten Schiffahrts-Canales längs des rechtsseitigen Ufers behufs Umgehung der Katarakte beim Eisernen Thor.
5. Diverse kleinere und größere Wasserbauten zwischen den einzelnen Sectionen der Strecke.

Die im freien Strome in den Felsen zu bettenden Canäle sind überfluthbar und erhalten eine Sohlenbreite von 60 m und eine Tiefe von 2 m unter dem Niederwasser (Nullpunkt des Orsovaer Pegels.) Der hochwasserfreie Canal am Eisernen Thor erhält eine Breite an der Nullwasserlinie von 80 m und eine Tiefe von 3 m. *) Querschnitt und Dimensionen der den Canal einschließenden Dämme, welche ganz in Stein ausgeführt werden, sind aus Fig. 1 ersichtlich.

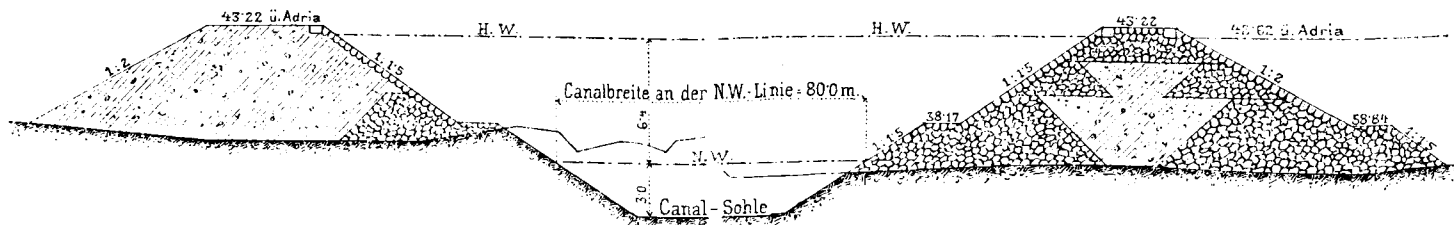


Fig. 1. Querschnitt des Schiffahrtscanales am Eisernen Thore.

Maßstab 1:400.

des Wasserspiegels (binnen 24^h fällt und steigt das Niveau um 5–6 m). Diese für die Schifffahrt höchst ungünstigen Verhältnisse machen die Befahrung der unteren Donau nicht nur zu einer von beständigen Havarien bedrohten, sondern gestalten dieselbe auch zu einem empfindlichen Verkehrshindernisse bei Niederwasser. Der Betrieb wird dann von einer besonderen Gattung Fahrzeugen mit geringerer Tauchtiefe und Ladung für Personen und Waaren besorgt, von denen die ersten umsteigen und die anderen umgeladen werden müssen. Ja bei außergewöhnlichem Niederwasser erleidet der Betrieb sogar Stillstandsepochen, in welchen ein ganz großer Schiffspark mit seiner kostspieligen Ausrüstung an Bemannung und Material während mehr oder weniger langer Zeit zur vollständigen Unthätigkeit verurtheilt wird (so geschehen z. B. im October 1890).

Diese Hindernisse, welche einen regelmäßigen Schiffahrtsbetrieb unmöglich machen, zu beseitigen, d. h. die gleich günstigen Fahrbedingungen zu schaffen, wie in den regulirten Theilen des Stromes, bildet die Aufgabe der Corrections-Arbeiten, welche am 15. September 1891 in Gegenwart des seither verstorbenen Handelsministers Herrn v. Baross feierlich eröffnet wurden. Um dieser Aufgabe gerecht zu werden, muss im Bereiche der Katarakte einerseits die Stromgeschwindigkeit gemässigt und andererseits die heute bei Niederwasser ungenügende Fahrtiefe vergrößert werden, beides in Verhältnissen, welche durch die auf der Donau verkehrenden Fahrzeuge geboten sind.

Die nach diesen Grundsätzen zu corrigirenden Strecken kommen nicht nur an vereinzelt Stellen, sondern auch auf größeren Längen der Strecke vor. Unter den letzteren, als für die Schifffahrt besonders gefährlich, sind zu nennen die unter dem Namen Stenka, Kozla, Izlas, Jucz und Eisernes Thor bekannten Stromschnellen. *) Die auf die Regulirung dieser Strecken bezüglichen Arbeiten sind sehr bedeutend und bestehen der Wesenheit in folgenden Herstellungen:

Bezüglich der Staudämme ist zu bemerken, daß der erste (von Greben bis Milanovac) durch die eigentlichen Stromverhältnisse der gedachten Strecke bedingt ist. Das Profil des Donaubettes oberhalb Greben besitzt nämlich die durchschnittliche Breite von 700 m, verengt sich bei Greben auf 425 und verbreitert sich sogleich unterhalb dieses Ortes auf 1400 m, so daß hier insbesondere bei Hochwasser ein bedeutender Wassersturz entsteht, welcher von den bergfahrenden Schiffen nur schwer bewältigt werden kann.

Ueberdies ist zwischen Greben und der Ortschaft Swinyicza auf eine Länge von 1900 m die von der Schifffahrt verlangte Tiefe nicht vorhanden. Um diese doppelten Hindernisse des Wassersturzes und der Untiefe zu beseitigen, ist neben der Abgrabung der Grebenspitze in der Breite von 150 m die Erbauung des erwähnten Staudammes in einer Länge von circa 6200 m behufs entsprechender Verengung des Donaubettes geplant. Der Damm ist mittelst mehrerer Traversen an das seichte Ufer gebunden, um die Verlandung der abgesperrten Fläche zu bewerkstelligen.

Der zweite, unterhalb Jucz projectirte Staudamm hat eine Länge von 3030 m und bezweckt, das Profil des Stromes auf circa 350 m zu verengern und das Gefälle zu vermindern, nachdem das außerordentliche Gefälle von Jucz durch die Vertiefung der Felssohle in genügender Weise nicht behoben werden kann.

*) Die Tiefe für den Canal am Eisernen Thor betrug ursprünglich auch nur 2 m, wurde jedoch nachträglich auf 3 m erhöht. Diese Thatsache gereicht dem Verfasser des Berichtes zu umso größerer Befriedigung, als derselbe schon im Jahre 1890, gelegentlich einer Kritik des officiellen Bedingnisheftes für die Arbeiten am Eisernen Thor, auf die Nothwendigkeit hingewiesen hat, daß mit Rücksicht auf den internationalen Charakter des Stromes die Tiefe von 2 m umso weniger genügend sei, als die an dem Main-Frankfurter-Canal ursprünglich mit 2 m bemessene Tiefe bald um 0.50 m erhöht, und bei der Canalisirung der Seine zwischen Paris und Rouen die vor einem Jahrzehnt bestandene Tiefe von 2 auf 3.20 m gebracht worden sei (siehe „Die Wasserstraße“ vom 1. März 1890, Nr. 17). Schreiber dieses ist der Meinung, daß in nicht allzu ferner Zeit die Fahrtiefe auf der ganzen Strecke zwischen Alt-Moldova und Orsova bis 3 m erhöht werden müsse, da diese Tiefencôte auf dem gesammten Laufe von Regensburg bis an die rumänische Grenze angestrebt wird.

*) Ausführlicheres über Situation und Anlage der Canäle siehe „Wochenschrift“ 1890, Seite 287 u. ff.

Beide Dämme werden in Steinwurf hergestellt und deren Kronen (3 m breit), sowie Böschungen abgepflastert. Letztere erhalten Neigungen von 1:1, von 1:1.5 und von 1:2, je nach den Bedürfnissen der örtlichen Lage.

Die Ausführung der genannten Werke erheischt nachstehende Menge der einzelnen Arbeitsgattungen:*)

- | | |
|---|--------------------------|
| 1. Felsenbeseitigung im strömenden Wasser . . . | 176.900 m ³ |
| 2. " " stillen Wasser oder im Trockenem . . . | 247.300 m ³ |
| 3. Erzeugung und Verwendung von Anschüttungs- und Steinwurfs-Material . . . | 1.300.000 m ³ |
| 4. Pflasterungen der Dämme und Ufer . . . | 90.000 m ² |

Der Vollendungstermin für sämtliche übernommene Arbeiten ist der 31. December 1895. Die Vergebung der Arbeiten erfolgte an ein Consortium, bestehend aus der Berliner Discontbank, sowie den Herren Hugo Luther (Maschinenfabrik in Braunschweig) und Betriebsdirector Julius Hajdu. Letzterer ist jedoch vor zwei Jahren aus dem Consortium geschieden.

Jeder Fachmann wird bei Prüfung obiger Ziffern sofort erkennen, daß es sich hier um hydrotechnische Leistungen ersten Ranges handelt, welche noch durch den Umstand an Bedeutung gewinnen, daß unter gleich schwierigen Verhältnissen submarine Felsvertiefungen weder in Europa noch jenseits des Oceans zur Ausführung gelangt sind. Kommt noch dazu der verhältnismäßig sehr kurze Bauperioden von 4½ Jahren. Bringt man von diesen nur 6 Monate für vorbereitende Arbeiten und Construction der Baumaschinen in Abzug und rechnet man pro Jahr 8 Monate (im Winter kann bei normalen Verhältnissen nicht gearbeitet werden) zu 22 Arbeitstagen von 16 Stunden (also mit Nacharbeit), so findet man eine Leistung pro Stunde:

- | | |
|--|--------------------------|
| a) für die Felsenbeseitigung im strömenden Wasser (Canäle der vier Katarakte) . . . | von 15.70 m ³ |
| b) für die Felsenbeseitigung im ruhigen Wasser oder im Trockenem (Canal des Eisernen Thores) . . . | 21.95 m ³ |
| c) für Erzeugung von Anschüttungs-, Steinwurfs- und Pflaster-Material (Staudämme u. Traversen) . . . | 118.60 m ³ |

Scheiden wir diese Leistungen nach Arbeits-Kategorien, so finden wir eine solche:

- | | |
|---|--------------------------|
| für Felsenbeseitigung in den Canälen . . . | von 37.65 m ³ |
| " Materialbeschaffung für Dämme und Traversen . . . | 118.60 m ³ |

So bedeutend das stündliche Arbeitsquantum von 118.60 m³ auf den ersten Blick auch erscheinen mag, so bildet dessen Bewältigung doch den weniger schwierigen Theil der Aufgabe, da Gewinnung und Herbeischaffung des für Dämme und Traversen benötigten Materials durch die örtliche Lage sehr begünstigt werden, welche dessen Zufuhr vom Lande aus gestattet. Die regelmäßige Entwicklung der genannten Werke kann daher durch die genügende Eröffnung ausgiebiger Steinbrüche und zweckmäßige Benützung von Schleppbahnen um so sicherer erzielt werden, als hier die schädlichen Einflüsse der klimatischen und Stromverhältnisse sich weniger geltend machen können, als bei den submarinen Arbeiten.

Hier handelte es sich in erster Linie um die Feststellung der Methoden, welche zur Vertiefung des felsigen Strombettes in fließendem, wie in ruhigem Wasser zur Anwendung kommen sollten. Diese Frage hat seit Jahren die Ingenieure und die Regierung Ungarns beschäftigt. Letztere beabsichtigte anfänglich, die gedachten Arbeiten mit den als zweckmäßig erkannten Apparaten in eigener Regie auszuführen oder wenigstens dem Unternehmer vorzuschreiben. Nachdem jedoch die zu diesem Behufe angestellten Versuche nicht befriedigende Resultate ergaben und die ausgeschriebene Preisbewerbung zu keinem positiven Ergebnisse geführt hatte, entschloss sich die Regierung, die Wahl der anzuwendenden Methoden dem Ermessen der Unternehmung zu überlassen.

*) Nachstehende Ausmaße sind der gelegentlich der Vergebung der Arbeiten erschienenen Denkschrift über die Regulirung der unteren Donau-Katarakte entnommen, dürften jedoch in Folge der auf 3 m erhöhten Wassertiefe des Canals am Eisernen Thor, sowie anderer Mehrarbeiten um 10—15% erhöht worden sein. Ein Auszug aus dem Berichtnisheft ist in der „Wochenschrift“ 1890, S. 41, veröffentlicht.

Diese befand sich in nicht geringer Verlegenheit, da sie bei den anerkannt niedrigen Preisen der Vergebung und der Kürze des Bauperioden gezwungen war, das Vollendetste auf dem Gebiete der submarinen Felsvertiefungen einzuführen, um Zeit wie Geld zu sparen. Die Arbeiten am Rhein bei Bingen, am Lorenzostrome und im Hafen von Buffalo, endlich am Suez-Canale wurden besichtigt, um Ideen für den Bau der an der unteren Donau anzuwendenden Apparate und Verfahrungsweisen zu sammeln. Die am Rhein übliche Methode der Taucherglocke zur Herstellung der Bohrlöcher konnte der geringen Wassertiefe und der großen Stromgeschwindigkeit wegen bei den Katarakten keine Anwendung finden. Wohl eigneten sich aber die in Amerika und Aegypten benützten Werkzeug-Maschinen zu der fraglichen Arbeit, erheischten jedoch wesentliche, den veränderten Verhältnissen angepasste Modificationen. Die den eingeführten Verfahrungsweisen zu Grunde liegenden Apparate sind principiell verschieden, da die ersten die Vertiefung des felsigen Bodens durch Sprengen und die anderen durch Zertrümmern bewerkstelligen. Es ist interessant, die Construction und Wirkungsweise dieser Apparate mit einander zu vergleichen, sowie die Versuche zu verfolgen, welche die Unternehmung mit denselben angestellt hat.**)

Daß am Eisernen Thore in derselben primitiven Weise vorgegangen werde, wie am Struden, war im Vorhinein schon ausgeschlossen. Die Beschränkung der Arbeitszeit auf die Wintermonate und die Anwendung des Schlag- und Bohrsystemes hätten das zu bewältigende Quantum der submarinen Sprengungen auch in der doppelten Anzahl Baujahre nicht bezwingen können, weil durch die Handbohrung nur enge Bohrlöcher (45 mm) für kleine Sprengladungen hergestellt werden und diese Arbeit nicht nur höchst mühsam, sondern auch auf den niederen Wasserstand (bis 1.50 m) beschränkt ist. An die Stelle der Handbohrung musste die Maschinenbohrung treten, um nicht nur weite Bohrlöcher zur Aufnahme größerer Ladungen zu erzielen, sondern dieselben auch in kürzerer Zeit und selbst bei hohem Wasserstande ausführen zu können. Bei dem maschinellen Betriebe muss jedoch die Bohrmaschine äußerst feststehen, weil sonst ein centrales Bohren unmöglich wird. Da hiezu die bisher bewährten schwimmenden Gerüste nicht mehr ausreichten, trachtete man das Feststellen der Bohrmaschinen auf andere Weise zu erzielen. So gelangte man zu den solid construirten und mittelst Füßen auf den Flussgrund gestützten Bohrschiffen, von denen das französische und amerikanische als die vornehmsten Typen der modernen Bohrtechnik gelten können.

Das französische Bohrschiff (System Fontan und Tedesco, siehe Fig. 2**), wurde am Panama-Canal verwendet und

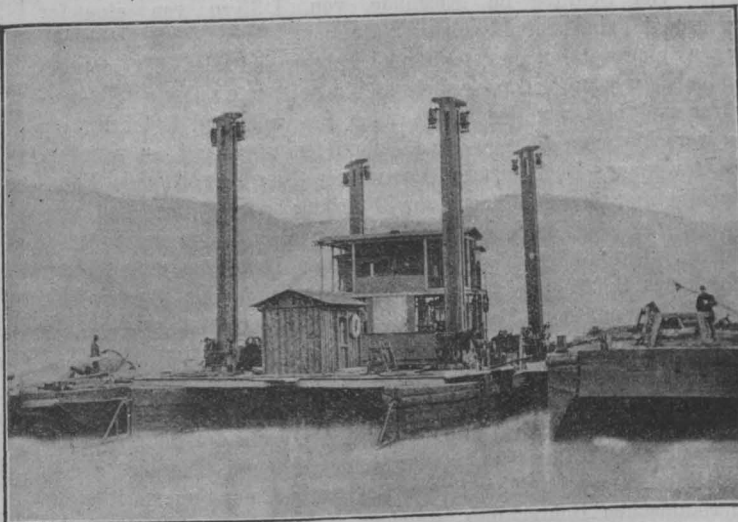


Fig. 2. Französisches Bohrschiff.

besteht der Wesenheit nach aus zwei gekuppelten Booten, welche in dem sie trennenden Zwischenraume von 12 m ein bewegliches, auf

*) Ueber die mit dem Thunhart'schen Felsenbrecher und Felsenbohrer bei Jucz durchgeführten Versuche, s. „Zeitschrift“ 1891, S. 147.

**) Die nachfolgenden Abbildungen der verschiedenen Apparate sind den fotografischen Aufnahmen der Firma: G. Hutterer in Orsova entnommen.

Schienen laufendes Gerüst tragen. An diesem Gerüste sind fünf mittelst einer durchlaufenden Transmission (durch Dampf) bewegte Bohrmaschinen befestigt, welche Bohrlöcher von 80 mm Durchmesser bis auf die Tiefe von 3 m zu machen im Stande sind. Die in Röhren zum Schutze gegen den Wasserdruck eingeschlossenen Bohrstangen haben eine abwärts fortschreitende Rotations-Bewegung, welche automatisch unter der Wirkung des Eigengewichtes und einer regulirbaren Ueberlastung erfolgt. Die aus mehreren Theilen zusammengesetzte Stange hat einen hohlen Querschnitt, um dem Druckwasserstrahl zur Entfernung des Bohrmehles den Durchgang zu gestatten und wird am Ende mit einem Bohrkopf armirt, welcher je nach Beschaffenheit des Gesteines ein Stahlbohrer, ein Kreuzbohrer aus schwarzen Diamanten oder ein Bohrmeisel sein kann.

Da das die Bohrmaschinen tragende Gerüste auf Schienen läuft, so ist es schiebbar und gestattet mehrere Reihen von je fünf Bohrlöchern von einem Standpunkte aus zu machen, so daß nach Schluss der Tagesarbeit die mit Dynamit geladenen Minen von Land gezündet werden können, ohne das zeitraubende Abschwenken und Wiederaufstellen des ganzen schwerfälligen Apparates.

Das amerikanische Bohrschiff (nach den Plänen des englischen Ingenieurs Gilbert, siehe Fig. 3), besteht der

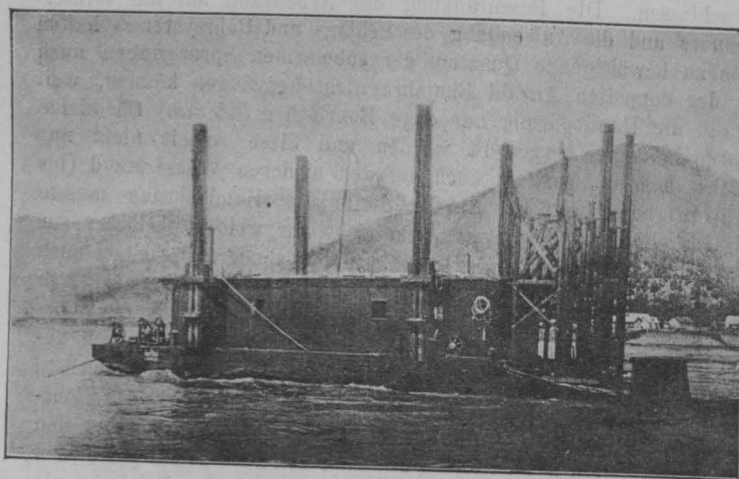


Fig. 3. Amerikanisches Bohrschiff.

Wesenheit nach aus einem stark gebauten, ebenfalls mittelst vier Füßen auf der Flusssohle ruhenden Prahme, in dessen rückwärtigem Theile vier Schlitzte im Abstände von 1.35 m von einander angeordnet sind, in welchen die mit ihren Schutzvorrichtungen eingesetzten verstellbaren Bohrer mittelst Dampf gehandhabt werden. Diese sind stählerne, massive Kronenbohrer und bestehen der Länge nach aus mehreren Stücken, um den verschiedenen Wasser- und Bohrtiefen angepasst zu werden. Als Bewegungs-Mechanismen functioniren Ingersoll'sche Bohrmaschinen. Stützen dienen zur Führung der Bohrer und verhindern das seitliche Verschieben derselben in Folge des Wasserdruckes. Das Bohrmehl wird durch einen Druckwasserstrahl mit Hilfe eines Spülrohres beseitigt, welches nach Entfernung des Bohrers bis auf den Boden des Loches eingesetzt wird. Die mittelst Röhren in das Bohrloch eingeführten Dynamitpatronen werden von Land elektrisch gezündet.

Wie ersichtlich, differiren die vorgeführten Systeme wesentlich, und zwar sowohl in Beziehung auf die Armirung der Schiffskörper, als auch auf die Construction der Bohrwerkzeuge. Die mit beiden gemachten Versuche führten zur Erkenntnis der Superiorität des amerikanischen Bohrschiffes, welchem wegen der größeren Stabilität und der leichteren Manövrierfähigkeit des Schiffskörpers, der sichereren Führung und erhöhten Widerstandsfähigkeit der Bohrer*).

*) Der Stoßbohrer bewährte sich mit Rücksicht auf die nicht homogene Bodenbeschaffenheit besser als die Rotationsbohrer, deren Stahlkegel sich rasch abnützte und verbog und selbst die eingesetzte Diamantkronen verlor ihre Spitze. Die Flusssohle besteht nämlich aus zerklüftetem, mit Kiesschichten durchsetztem Felsboden von verschiedener Mächtigkeit. Das Gestein ist der Hauptsache nach ein spröder, harter

sowie anderer Vortheile wegen der Vorzug gegeben wurde. Jedoch wurde das amerikanische Bohrschiff nicht in der beschriebenen Construction verwendet, sondern fortwährenden Studien und wesentlichen Verbesserungen unterzogen, welche mit einem großen Aufwande von Kosten und leider auch mit beklagenswerthen Verlusten an Menschenleben erkauft wurden.

Eine in der Sprengtechnik wichtige Principienfrage kam hiebei zur Entscheidung und galt der Lösung des Problems, ob Flächen- oder Reihensprengung für den raschen und ökonomischen Gang der Arbeiten vortheilhafter sei. Die Unternehmung scheint sich für die letztere entschieden zu haben,*), da sie eben einen colossalen, nach amerikanischem Muster gebauten Apparat mit einem Kostenaufwande von über 250.000 fl. fertiggestellt hat.

Dieses in außergewöhnlichen Verhältnissen erbaute Schiff besteht der Wesenheit nach aus einem eisernen Ponton von 37.5 m Länge und 15 m Breite, welcher an der Langseite 11 Stück Patent-Bohrmaschinen trägt und auf vier Füßen (schmiedeeiserne Rohre von 400 mm Durchmesser) aufruft, zu deren Ergänzung noch vier hölzerne Hilfsfüße vorgesehen sind, so daß der Ponton nöthigenfalls auf acht Punkten unterstützt werden kann. Diese Vorsicht ist umso gebotener, als das Eigengewicht des Schiffes sammt maritimer und mechanischer Ausrüstung gegen 800 t beträgt. Die erstere besteht aus englischen Ketten (von 1 und 3/4" engl.) zum Verankern und Laviren des Fahrzeuges sammt Leitrollen und Dampfwinden, sowie einer Centrifugalpumpe zum Ausheben des Sickerwassers. Die maschinelle Installation begreift in sich einen beweglichen Bohrwagen, welcher die Bohrmaschine sammt Bohrer in der Längsrichtung des Schiffes von 1.5 zu 1.5 m verschieben kann, die hydraulischen und Dampfmaschinen zum Betriebe der Winden, der Füße und der Bohrstangen (Differential-Hochdruckdampfpumpe sammt Accumulator für 50 bis 60 Atm. Druck), eine Dynamo-Maschine für Zündung der Bohrminen und elektrische Beleuchtung bei Nacharbeit, eine complete Reparaturs-Werkstätte und andere Einrichtungen verschiedener Art.

Der Arbeitsvorgang mit diesem Riesenwerkzeuge dürfte ungefähr folgender sein: Der Ponton wird zur Sprengstelle geschafft und mit dem Bug nach bergwärts durch Verankerung der Kette (mit Dampf) und Aufstimmung der Füße (hydraulisch) fixirt. Nun beginnt der Bohrwagen seine Arbeit und stellt die Bohrmaschine in Entfernungen von 1—1 1/2 m ein, worauf die Stützrohre und Bohrstangen gesenkt und mit dem Bohren begonnen wird. Die aus einem Stück bestehenden und über 7 m langen Stangen aus Stahl haben einen kreisförmigen Querschnitt und sind an ihrem Ende zu einer sternförmigen Krone von ungefähr 80 mm erweitert, die jedoch nicht separat ist. Sobald das Bohrloch angesetzt ist, wird ein Stützrohr in den Felsen leicht eingetrieben, einerseits zur Führung der Bohrstange und andererseits um die Verlegung des Bohrloches durch Sand oder Schlamm zu verhindern. Das Bohrloch beginnt mit einem oberen Durchmesser von 90 mm und endet am Boden mit 120. Nach Erreichung der gewünschten Bohrlochtiefe wird durch Eintreibung eines Druckwasserstrahles das Bohrmehl beseitigt und erfolgt hierauf das Laden mit der vollkommen adjustirten und mit dem Kabel versehenen Patrone.**). Ist dieses geschehen, so werden die Stützrohre gehoben und die Bohrmaschine über die zweite

Kalkstein, welcher mit Calcitadern durchsetzt und gewöhnlich unter 60° gegen den Horizont geneigt ist. Diese Natur des Gesteines findet sich speciell beim Eisernen Thor vor, während dasselbe in Schichten aus Granit bei Stenka und aus Serpentin bei Jucz vorkommt. Diese Schichten besitzen eine Mächtigkeit von 0.40—0.80 m.

*) Auch der in der Sprengtechnik sich des besten Rufes erfreuende k. u. k. Genie-Oberst (jetzt Brigadier) J. Lauer weist in seiner „Methode zur Zerstörung von Felsen in Flüssen“ (Wien 1892, Spielhagen & Schurich) auf die wichtigen Vortheile des schichtenweisen Absprengens hin, welche dadurch geboten werden, daß die Verspannung des Gesteines nach einer Seite aufgehoben ist.

**) Die Ladung beträgt für die 1 m von einander abstehenden Bohrlöcher 5/4 kg Dynamit mit 65% Nitroglycerin Gehalt, für Minen in Entfernungen von 1 1/2 m jedoch 2 1/2 kg Dynamit mit 93% Nitroglycerin Gehalt.

und fernere Stelle der Bohrlochlinie gebracht und der gleiche Vorgang befolgt, bis alle Bohrminen hergestellt und geladen wurden. Dann werden die Schiffe durch Heben der Füße in die schwimmende Lage gebracht und endlich abgeschwenkt. Hierauf wird die Dynamo-Maschine durch die Haupttransmissionswelle in Gang gesetzt und durch Verbindung mit dem Cumulator die gleichzeitige Zündung aller Bohrladungen bewerkstelligt.

Dieses mit allen, auf mehrjährigen Erfahrungen basirten Verbesserungen ausgerüstete Bohrschiff dürfte wohl ein Unicum in der Reihe der modernen zu submarinen Bohrungen dienenden Apparate*) bilden und kann jeder Specialist in diesem Fache auf die mit demselben zu gewärtigenden Resultate begierig sein. Die Versuche, welche mit dem seit wenig Wochen in Thätigkeit befindlichen Apparate angestellt wurden, sollen nach den Aussagen der Unternehmung äußerst zufriedenstellende sein. Wir müssen jedoch diese Aussagen umso mehr „cum grano salis“ entgegennehmen, als die an das neue Werkzeug gestellten Ansprüche ziemlich hoch gespannt sind. Während nämlich bei Mittelwasser und mittelstarken Felsschichten mit dem bisher verwendeten Typus eines amerikanischen Bohrschiffes (vier Bohrer) eine 16stündige Tagesleistung von 30 bis 40 m^3 erzielt wurde, hofft man mit dem neuen Apparate (11 Bohrer) eine solche von 112—128 m^3 (also nahezu das Vierfache) zu erreichen. Ob diese Erwartung nicht eine utopische ist, werden die Erfahrungen des Jahres lehren.

Neben den Bohrschiffen, welche zur Herstellung submariner Bohrlöcher behufs Sprengung mit Dynamitpatronen dienen, kommen noch Ingersoll'sche Bohrmaschinen zur Verwendung, welche zur Zeit niederer Wasserstände für Trockensprengung benützt werden. Diese auf schwer belasteten Dreibeinen ruhenden Apparate sind Stoßbohrer, welche durch Dampf betrieben werden. Mit ihnen kann in der Stunde ein 0.127 m weites und 1—1½ m tiefes

und im Trockenen besorgten Sprengungen. Die Unternehmung verwendet jedoch — wie früher erwähnt — neben dem Bohrschiff noch solche Apparate, welche ohne Benützung von Sprengstoffen und daher ohne die kostspielige Herstellung von Bohrlöchern die Vertiefung der Felssohle bewerkstelligen. Diese am

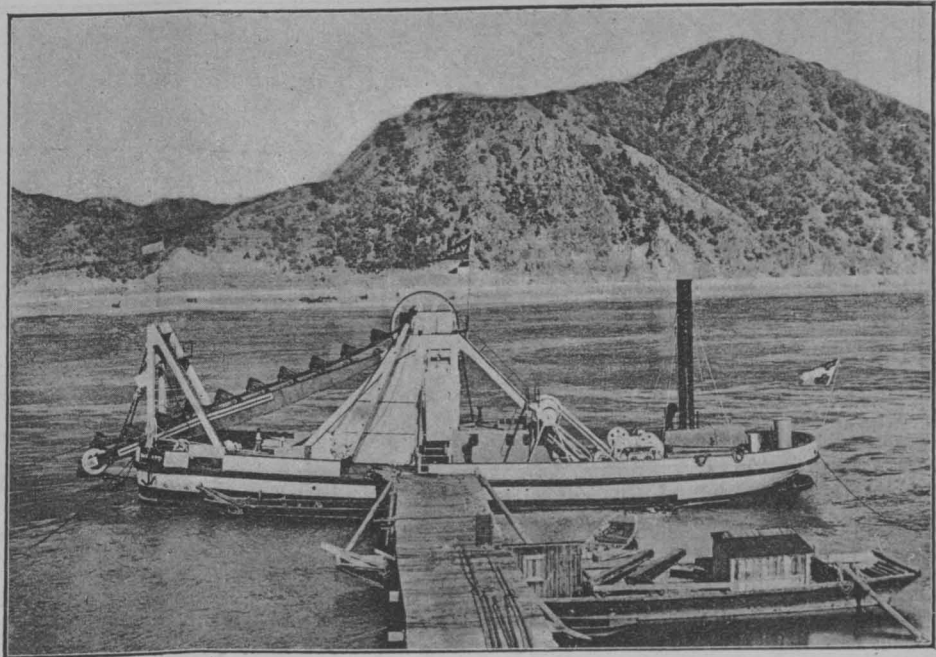


Fig. 5. Kübelbagger.

Canal von Suez vorgefundenen Werkzeuge wurden nach den an der unteren Donau herrschenden Strom- und Bodenverhältnissen modificirt und kamen bei Beginn der Arbeit in Verwendung. Ein solcher Apparat, Felsenstampfe, siehe Fig. 4*), auch Kutter genannt, besteht der Wesenheit nach aus einem auf einem festen Prahme montirten Rammbar von 8—10 t Gewicht, welcher mittelst endloser Kette auf eine gewisse Höhe gehoben und von dort auf den Felsboden fallen gelassen, denselben schichtenweise zertrümmert. Der Prahm hat einen Tiefgang von 0.90 m und ist mit Dampfkessel, Pumpe, Dampfwinde und einem hohen Scheerengerüste versehen, welches den circa 8 m langen und an dem unteren Ende einen meisselartigen Stahlkeil besitzenden Rammbar trägt. Derselbe macht 33—40 Schläge per Stunde und kann in der gleichen Zeit 5 m^3 Fels in verkleinertem Zustande lösen. Man versichert, mit diesem nach dem Lobnitz'schen Systeme gebauten Werkzeuge Felsstücke von 1—1½ m Mächtigkeit zu durchstoßen, wobei bei sehr hartem Gestein in zwei Schichten von 0.60—0.80 m vorgegangen wird. Da jedoch die in den Katarakten zu machende Vertiefung die Côte von 0.80 m nicht übersteigt, so bewährt sich die Stampfe schon deshalb als vorzügliches Werkzeug, weil das von ihr zertrümmerte Material in einem für die leichte Herausschaffung günstigen Größenverhältnisse erzeugt wird.

Dies ist nämlich die zweite Aufgabe der Unternehmung, da sich die anfänglich gehegte Erwartung, daß die Strömung das zertrümmerte Gestein wegführen werde, nicht bestätigt hat. Diese Trümmer müssen also behufs Wiederverwendung zu Tage gefördert werden. Am billigsten und raschesten erfolgt diese Förderung mittelst eines Baggerschiffes von schwerer Bauart, (siehe Fig. 5) welches mit einer Dampfmaschine von 300 Pferdekraft und zwei Schiffsschrauben zur Eigenbewegung versehen ist. Die

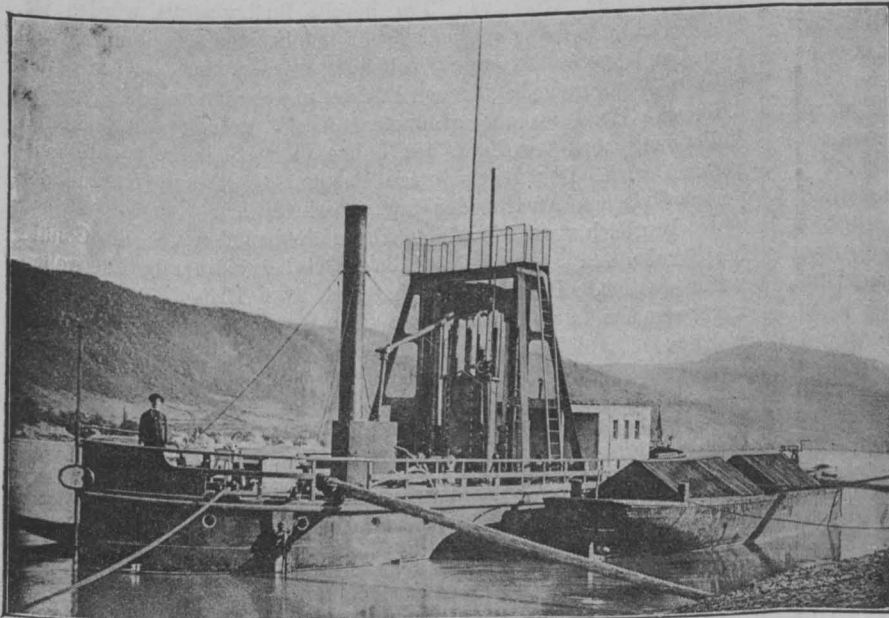


Fig. 4. Felsenbrecher.

Bohrloch erzeugt werden. Die Bohrlöcher werden gleichfalls mit Wasser gespült, mit Dynamit geladen und elektrisch gezündet. So viel über die mit Hilfe von Bohrminen unter Wasser

*) Das früher citirte, unseres Wissens vollständigste Werk vom k. u. k. Oberst J. Lauer enthält keine moderne Construction von in so vorzüglicher Weise montirten Bohrschiffen wie das oben beschriebene.

*) Diese Abbildung stellt eine andere Type als die im Nachstehenden beschriebene Construction dar, welche, wie wir erfahren, zur vorzugsweisen Verwendung gelangt. Leider konnten wir von derselben keine Photographie erhalten.

Leistung dieses Kübelbaggers ist eine sehr große und erreicht bei zweckmäßiger Verkleinerung des Materiales eine 16stündige Tagesarbeit von $800 m^3$. Neben dem genannten Apparate werden noch Löffelbagger von außergewöhnlichen Dimensionen (siehe Fig. 6) und Priestmann'sche Greifer verwendet und

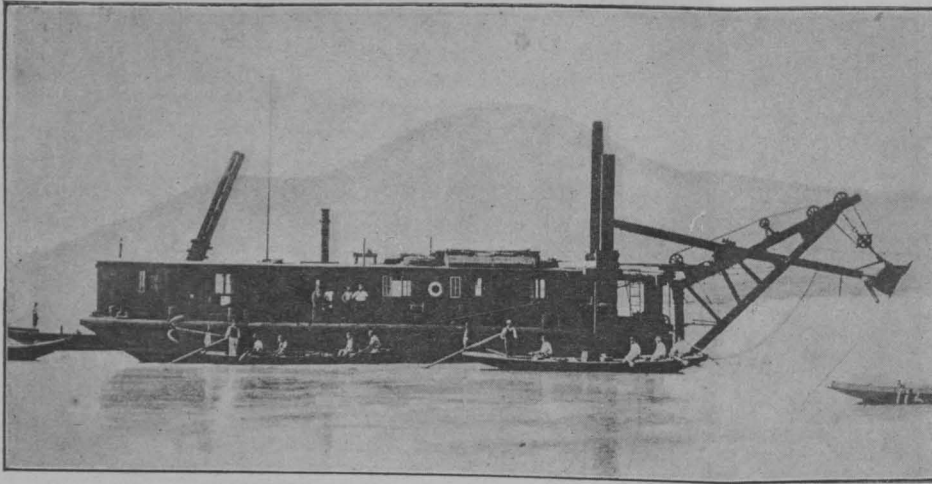


Fig. 6. Löffelbagger.

dienen schließlich kleinere Krane als willkommene Aushilfswerkzeuge zur Entfernung des Steinmaterials bei Trockensprengungen u. s. w.

Die bis jetzt mit der Stampfe erzielten Resultate scheinen sehr befriedigend zu sein, da die Unternehmung deren zwei besitzt. In der That erzeugt dieses kräftige Werkzeug nicht nur ziemlich gleichartiges und daher durch die Kübelbagger leicht förderbares Material, sondern bietet auch — gegenüber den Bohrschiffen — den schwer wiegenden Vortheil, jeder Gefahr einer Explosion enthoben zu sein und dadurch gänzlich oder für längere Zeit dem Betriebe entzogen zu werden. Den heikelsten und theuersten Bestandtheil des Apparates bildet der Rammbar, welcher 4000 fl. pro Stück kostet und häufigen Brüchen, sowie der nach 40.000—70.000 Schlägen erfolgenden Abnutzung seiner Spitze ausgesetzt ist und in beiden Fällen durch einen neuen ersetzt werden muss.*)

Bohrschiff und Stampfe sind also die zwei wichtigsten Apparate, mit welchen an den Katarakten die Vertiefung des Flussbettes vorgenommen wird. Da jedoch bei der zerklüfteten Natur desselben die künftige Sohle nicht so eben hergestellt werden kann wie beim Erdaushub, so werden noch Nacharbeiten notwendig, um die bei der Peilung des neuen Profils constatirten Erhöhungen zu entfernen. Dieses geschieht durch wiederholtes Sondiren und Aufstellen von Stampf- und Bagger-Operationen, welche ebenso zeitraubend als kostspielig sind, da der Aufwand an Arbeit in sehr ungünstigen Verhältnisse zur erzielten Leistung steht. Um diese verschiedenen Operationen zu vereinen und damit Geld und Zeit zu sparen, wird von der Unternehmung das sogenannte Universalschiff verwendet, um an die durch Sprengen oder Zertrümmern erzielte Vertiefung der Canalstrecken die letzte ausgleichende Hand zu legen, behufs der Fertigstellung des programmmäßigen Profiles. Dieses Schiff ist mit einem Peilrahmen zur Constatirung der noch aus der Sohle hervorragenden Felsspitzen, einer Stampfe zu deren Beseitigung und einem Excavator, sowie einem Priestmann'schen Greifer zur Entfernung des zertrümmerten Gesteines ausgerüstet. Dieser der neuesten Zeit angehörende Apparat functionirt sehr gut und bietet den Vortheil einer außerordentlichen, aus dem Zusammenwirken

*) Trotz dieses in finanzieller Beziehung schwer wiegenden Uebelstandes sind die anderen Vorzüge des Apparates so evident, daß die Verwaltung der Rheinstrom-Correction in Coblenz bei H. Luther in Braunschweig ein Stück Felsbrecher nach dem an der unteren Donau erprobten Muster um 340.000 Mk. in Bestellung gebracht hat. Derselbe erhält einen eisernen Schiffskörper und soll bis October d. J. in Betrieb stehen, um Vergleichsversuche zwischen den Leistungen des am Rheine üblichen Systemes des Taucherschacht-Schiffes und der Stampfe an der unteren Donau anzustellen.

der verschiedenen Werkzeugmaschinen entspringenden Zeitersparnis.*)

Wir haben zur Vervollständigung der vorgeführten Apparate noch des Sondenschiffes zu gedenken, welches zur Aufnahme der Flussprofile vor und nach der Regulirung der Canäle in den Katarakten und zu der darauf basirten Berechnung des durch die Unternehmung zu Tage geförderten Material-Cubus in Verwendung steht. Nach der am Rhein üblichen Methode zur Berechnung der unter Wasser wegzuräumenden Felsmassen sollen dem hiezu verwendeten Sondenschiffe Fehlerquellen anhaften, indem die auf den Wasserspiegel bezogenen Ablesungen der Tiefencöten durch die Strömung und den Wellenschlag in empfindlicher Weise alterirt werden, daher zu unliebsamen Differenzen mit dem Unternehmer, respective zu dessen Schädigung bei der Bestimmung der für submarine Sprengungen zu vergütenden Summen führen können. Diese Fehlerquellen werden mit dem bei den Katarakten in Verwendung stehenden Sondenschiffe dadurch vermieden, daß dieselben beim Ablesen der Tiefencöten vor und nach der Sprengung

nicht auf den Wasserspiegel, sondern auf das Deck des Schiffes, dessen Seehöhe vorher bestimmt wurde, bezogen werden. Das Sondenschiff functionirt zur allgemeinen Zufriedenheit, wie sich die Theilnehmer der Excursion bei dessen Besuche haben überzeugen können.

Mit geringeren Schwierigkeiten als die Vertiefung des Flussbettes in den oberen Katarakten war die Herstellung des großen, durch die Massenaushebung des Materiales imponirenden Canales am Eisernen Thor verbunden. Die Situation**) ist aus Fig. 7 ersichtlich, in welcher die gestrichelten Linien den bei verschiedenen Wasserständen sich bildenden Stromstrich bezeichnen. Hier stattete die provisorische Absperrung der bergseitigen Einfahrt mittelst eines Steindammes, die Sohle des künftigen Canals trocken zu legen und deren Vertiefung durch entsprechende Vermehrung der Angriffspunkte, resp. Arbeitskräfte derart zu forciren, daß die programmmäßige Tiefe von 3 m bereits fertiggestellt worden ist. Die Errichtung der zwei hochfluthfreien Steindämme konnte, weil vom Lande gefördert, auch vollendet werden, so daß mit der eben in Ausführung begriffenen Pflasterung der inneren Böschungen die letzte Hand an das großartige Werk gelegt wird, dessen Vollendung noch vor Ende des Jahres mit Sicherheit entgegen gesehen wird. Der gegenwärtige Zustand des Canals ist aus der perspectivischen Ansicht der Fig. 8 erkenntlich.

In gleich vorgeschrittenem Zustande befinden sich die Canäle bei Stenka und Jucz, welche Ende October als fertig übergeben werden sollen. Bei Kozla-Dojke sind zwei Drittel der Aushubmenge und in Izlas-Tachtalia $25.000 m^3$ gesprengt und gebaggert worden. Es bleiben somit für dieses und das nächste Jahr der Rest von den oben genannten Canälen zu sprengen und noch über

*) Von der ersprießlichen Verwendung des Universalschiffes konnten sich die Theilnehmer an der Donaufahrt bei dem unter strömendem Regen stattgefundenen Besuch desselben am 26. Mai d. J. überzeugen. Derselbe bildete den Schluss der im Canal von Jucz nach Colubinje (Richtung von Thal nach Berg) in folgender Reihenfolge aufgestellt gewesenen Apparate: zwei Felsenstampfer, ein Kübelbagger, ein Priestmann'scher Bagger, ein Löffelbagger, ein Universalschiff. Die Apparate waren 200 bis 300 m der eine von dem andern entfernt.

**) Sehr treffend wird die Situation des Eisernen Thores von Dr. A. Penck in seinem Werkchen „Die Donau“, Wien 1891, geschildert. Er sagt: „Das Eiserne Thor ist ein Felsenwehr, welches das Bett des Stromes durchsetzt. Derselbe fließt bei hohem Wasser verhältnismäßig ruhig über dasselbe hinweg, auf $2\frac{1}{2} km$ sich um 3-3 m senkend; ist aber niedriges Wasser, so tauchen die Kuppen des Riffes aus demselben auf und der Strom schießt in einzelnen Furchen mit 4 m Geschwindigkeit dahin, auf der ganzen Strecke um 5-2 m fallend. Nach Ueberwindung dieses Riffes hat das Wasser zwei tiefe Kolke, den einen 49 m, den anderen 51 m tief eingerissen und hier 955 km von seiner Mündung entfernt, sein Bett zweimal unter das Meeresniveau 16 und 18 m tief eingesechnitten.“

160.000 m^3 zu baggern. Hierzu kommen noch 140.000 m^3 zu sprengen und zu baggern in Folge der voriges Jahr erfolgten Anordnung, die Fahrstrecke vom Eisernen Thor bis Orsova ebenfalls auf die Tiefe von 3 m zu vertiefen. *)

mäßigen Fortdauer der sehr hohen Betriebskosten zu entgehen. Ob diese Anstrengungen auch von dem gewünschten Erfolge gekrönt sein werden, wird hauptsächlich von der Strenge oder Milde dieses Winters und davon abhängen, ob das neu gebaute Bohr-

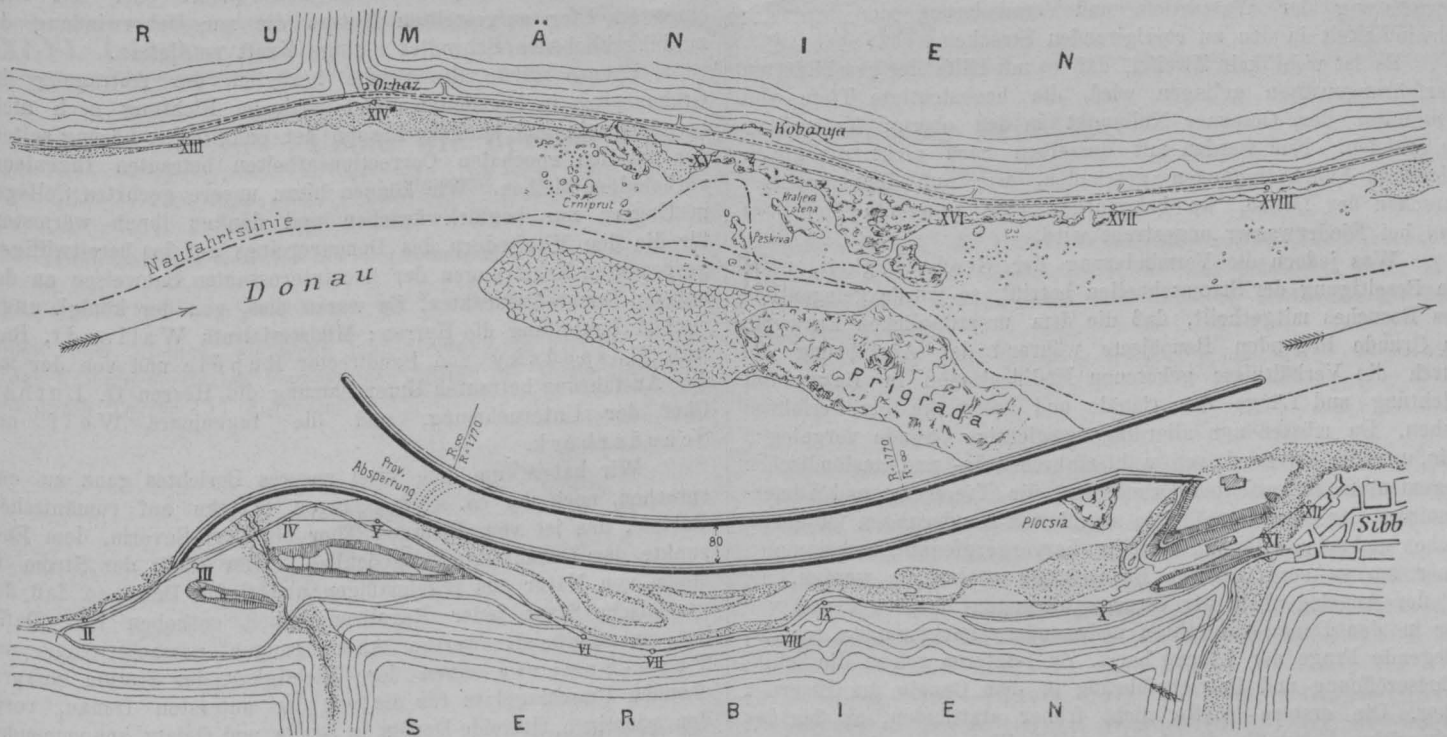


Fig. 7. Situation der Stromschnellen am Eisernen Thor und des neuen Schiffahrtskanales.
Maßstab 1:18000.

So bedeutend diese noch restlichen Arbeiten für die kurze Bauzeit von zwölf Monaten auch sein mögen, so hofft die Unternehmung doch, bis 31. December 1895 fertig zu werden und macht alle Anstrengungen, um sowohl der Entrichtung des für

schiff von jeder zerstörenden Katastrophe verschont bleiben wird. Dieses ist berufen, einem dringenden Bedürfnisse abzuhelpen, da gegenwärtig factisch nur zwei amerikanische Bohrschiffe in Thätigkeit sind, nachdem fünf Stück theils wegen erlittener

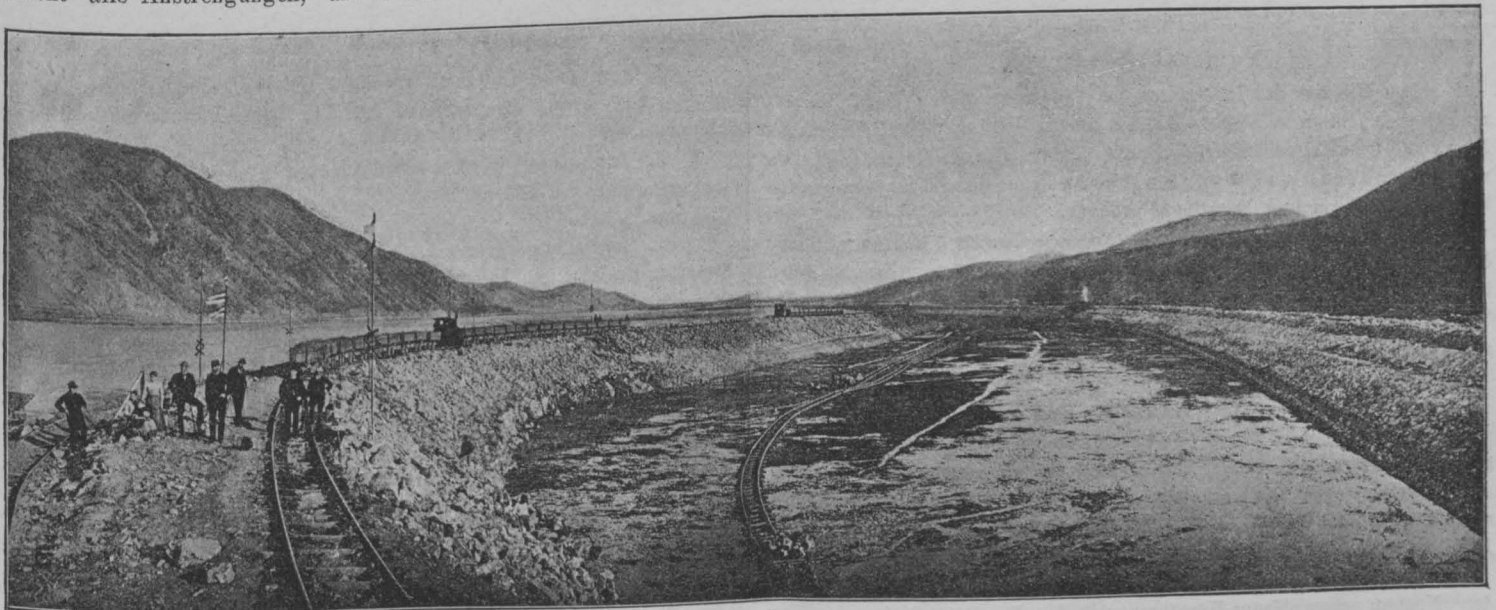


Fig. 8. Gegenwärtiger Stand des Schiffahrtskanales am Eisernen Thor.

jeden Tag Verspätung zu zahlenden Pönalen, **) als auch der über-

*) Dieses geschieht in der Absicht, um den großen Kornschleppern Rumäniens, welche bis jetzt in Turn-Severin umgeschlagen wurden, die Möglichkeit zu bieten, dieses in Orsova zu thun; eine im Interesse Ungarns gelegene Maßnahme, durch welche der genannte Ort unzweifelhaft zu einem wichtigen Umschlagplatze für den ganzen Schiffsverkehr der untersten, bis zum Schwarzen Meere reichenden Donaustrücke erhoben werden wird.

**) Im Falle der Nichteinhaltung des vertragsmäßigen Vollendungstermines ist der Unternehmer verpflichtet, für jeden Tag Verspätung

Beschädigungen, theils wegen unzweckmäßiger Construction außer Gebrauch gestellt werden mussten.

Wie dem auch sei, der Schwerpunkt für die die Regulierungsarbeiten an der unteren Donau besuchenden Ingenieure liegt nicht in dem Zeitpunkte von deren definitiver Vollendung, sondern in der Beantwortung der Frage: Bieten die in technischer Beziehung

von dem Werthe der übernommenen Arbeiten $\frac{1}{1000}$ als Pönale zu bezahlen.

getroffenen Maßnahmen auch die Gewähr dafür, daß der damit angestrebte Zweck der Schaffung von gleich günstigen Fahrbedingungen auf der unteren Donau, wie auf den regulirten Theilen des Stromes auch voll und ganz erreicht werde? Es kommen hier, wie bereits erwähnt, zwei Probleme zur Lösung, nämlich: Vermehrung der Wassertiefe und Verminderung der Stromgeschwindigkeit in den zu corrigirenden Strecken.

Es ist wohl kein Zweifel, daß es mit Hilfe der geschilderten Verfahrungsweisen gelingen wird, die beabsichtigte Tiefe von 2 m unter dem Orsovaer Nullpunkt in den oberen Katarakten zu erzielen. Nur werden mit denselben noch nicht die gleich günstigen Fahrbedingungen geschaffen, wie auf den currenten Strecken der Donau, wo bekanntlich eine constante Tiefe von 3 m bei Niederwasser angestrebt wird.

Was jedoch die Verminderung der Geschwindigkeit, resp. die Beseitigung der Stromschnellen betrifft, so wurde gelegentlich des Besuches mitgetheilt, daß die dem ursprünglichen Entwürfe zu Grunde liegenden Bauobjecte während der Ausführung die durch die Verhältnisse gebotenen Modificationen in Bezug auf Richtung und Länge der Canäle und Leitwerke etc. erfahren haben. Da müssen nun allerdings gewichtige Gründe vorgelegen sein, um die seinerzeit von wohlverfahrenen in- und ausländischen Ingenieuren aufgestellten Grundsätze für Tracirung und Dimensionirung der Bauobjecte*) den erwähnten Aenderungen zu unterziehen und müssen die mit denselben hervorgerufenen Erscheinungen einer um so sorgfältigeren Beobachtung unterzogen werden, als in der Angelegenheit der Stromregulirungen überhaupt und von der in den Donau-Katarakten insbesondere noch manche schwerwiegende Frage der Lösung harret. Zu letzteren gehört die Schiffahrtseröffnung und Betriebsführung in dem Canale am Eisernen Thor. Die erstere dürfte nicht früher stattfinden, als bis das linksseitige Leitwerk die heute noch nicht genau bestimmbare Verlängerung gegen Orsova erhalten haben wird, um den an dem concaven (linken) Ufer fortlaufenden Stromstrich nach dem convexen, d. h. nach der neuen Fahrbahn des Canals in der Weise zu drängen, daß die bestimmte Tiefe von 3 m für die Fahrzeuge gesichert erscheine. Und was die Betriebsführung in dem Canale

betrifft, wo bekanntlich die angestrebte Verminderung der Stromgeschwindigkeit in dem gewünschten Maße nicht erreicht werden kann, so macht sich schon heute die Bauleitung mit dem Gedanken vertraut, dem den Canal bergwärts passirenden Schiffszug entweder durch Vorspannen eines Remorqueurs oder mit Hilfe eines am Ufer aufgestellten Motors die zur Ueberwindung des zurückgebliebenen Schwellen nöthige Kraft zu liefern.

Ebenso dürfte die Studie bezüglich der Abtragung der Grebenspitze in horizontaler und verticaler Richtung noch nicht beendigt sein und ähnliche Fragen der endgiltigen Lösung seitens der mit den epochalen Correctionsarbeiten betrauten Ingenieure vorbehalten bleiben. Wir können hiezu unsere geehrten Collegen in Ungarn nur beglückwünschen und danken ihnen wärmstens für die den Mitgliedern des Donauvereines auf das bereitwilligste gespendeten Erklärungen der hochinteressanten Bauweisen an den unteren Donau-Katarakten. Es waren dies, von der königl. ungarischen Bauleitung die Herren: Ministerialrath Wallandt, Bau-rath Hospodsky und Baudirector Rupčić und von der mit der Ausführung betrauten Unternehmung die Herren G. Luther, Chef der Unternehmung, und die Ingenieure Wolf und Schoderböck.

Wir haben, um dem Titel unseres Berichtes ganz zu entsprechen, noch der ca. 14 km langen Strecke auf rumänischem Gebiete, das ist vom Eisernen Thor bis Turn-Severin, dem Endpunkte der Donaufahrt, zu gedenken. Hier fließt der Strom in einem von Natur aus regelmäßigen und tiefen Bette, so daß der rumänische Staat jeder Regulirungsarbeit enthoben ist. Dafür hat er anerkennenswerthe Anstrengungen gemacht, um aus Turn-Severin einen der Wichtigkeit der Station entsprechenden Umschlagplatz für die von der untersten Donau, resp. den wichtigen Getreide-Depôts in Braila und Galatz ankommenden Schlepper zu errichten. Die Uferlände sammt Lagerplatz sind gepflastert und mehrere Anlandebrücken zum Anlegen der Personen- und Waarendampfer geben dem Ganzen einen mehr europäischen Anstrich. Doch Krahne und Quaimauern haben wir nicht bemerkt. Es scheint demnach, daß diese Behelfe bei der dort noch billigen Arbeitskraft entbehrlich sind.

Vermischtes.

Personal-Nachrichten.

Der Minister des Innern hat den Ingenieur Herrn Josef Seibt zum Ober-Ingenieur im Ministerium des Innern, den Ingenieur Herrn Franz Mayr zum Ober-Ingenieur und die Bau-Adjuncten Herren Victor Dal Lago von Sternfeld und Otto Seyller zu Ingenieuren für den Staatsbaudienst in Tirol und Vorarlberg ernannt.

Bei den unter „Personalnachrichten“ in Nr. 28 d. Bl. angeführten Beförderungen zu General-Directionsrathen der k. k. österr. Staatsbahnen ist durch ein Versehen auch Herr Ober-Inspector Franz Schäffer in Villach angeführt worden, welcher nur in die höhere Gehaltsstufe vorgerückt ist.

Vergebung von Arbeiten und Lieferungen.

1. Bau einer Infanterie-Kaserne in R. Serat und einer solchen in Tirgovesti. Am 21. Juli beim Kriegsministerium in Bukarest.
2. Bau eines Schulgebäudes sammt Lieferung der Schuleinrichtungstücke im Gesamtbetrage von 5800 fl. 30 kr. Am 21. Juli, 10 Uhr, bei der königl. Bezirksbehörde in Zlatar. Vadium 50/0.
3. Vergebung der Erd- und Baumeister-Arbeiten für den Neubau eines Haupt-Unrathscanals in der Pettenkofengasse im III. Bezirke. Am 21. Juli, 11 Uhr, beim Magistrate Wien. Vadium 50/0.
4. Bau eines Ruralspitals in Slobozia. Am 23. Juli beim Permanenz-Comité in Jalomitza.

*) Siehe die vom Donauverein veröffentlichten „Actenstücke zur Regulirung der Stromschnellen der Donau zwischen Moldowa und Turn-Severin“, Wien 1880.

INHALT. Ueber die Berechnung großer gewölbter Brücken. Von Sigmund Kulka, Ingenieur-Adjunct der k. k. österr. Staatsbahnen. — Die Donau von Regensburg bis Turn-Severin in ihrem heutigen Zustande. Von Friedrich Bömes, Hafenbau-Director i. R. (Schluss.) — Vermischtes.

5. Bau eines Stalles für das 5. Calaraschi-Regiment im Kostenbetrage von 46.902 Francs. Am 23. Juli beim Permanenz-Comité in Jalomitza.

6. Bau eines Verwaltungspalastes in Costanza im Kostenbetrage von 265.000 Francs. Am 24. Juli bei der Präfectur in Costanza.

7. Herstellung der röm.-kath. Kirche und des Thurmes in Szentkatolna. Am 29. Juli beim röm.-kath. Pfarramte daselbst.

8. Herstellung eines Donaubades. Am 15. August bei der Stadtgemeinde in Krems. Vadium 500 fl.

9. Bau einer Artillerie- und Genie-Specialschule in Bukarest. Am 16. August beim Kriegsministerium in Bukarest.

10. Bau einer Feuerwehr-Kaserne und eines Polizeilocales im Kostenbetrage von 100.000 Francs. Am 16. August bei der Primarie in Bacau.

11. Ausbau der Alexanderkirche im Gesamtbetrage von 92.000 Frcs. Am 18. August bei der Primarie in Alexandria.

12. Erdarbeiten für die II. Parcellen der Eisenbahnlinie Tirgu-Ocna—Moineshti im Kostenbetrage von 1,000.000 Frcs. Am 20. August beim Bautenministerium in Bukarest.

An die P. T. Herren Vereinsmitglieder.

In der nächsten Zeit werden die Adressschleifen für die Versendung unserer „Zeitschrift“ neu in Druck gelegt werden, weshalb an die Herren Vereinsmitglieder das höfliche Ersuchen ergeht, Veränderungen in der Adresse ehehentlich an die Vereinskassenzelle bekannt zu geben.

Die Redaction.

ÜBER DIE BERECHNUNG GROSSER GEWÖLBTER BRÜCKEN.

Fig. 1-3. Brücke von 65.0 m Spannweite.

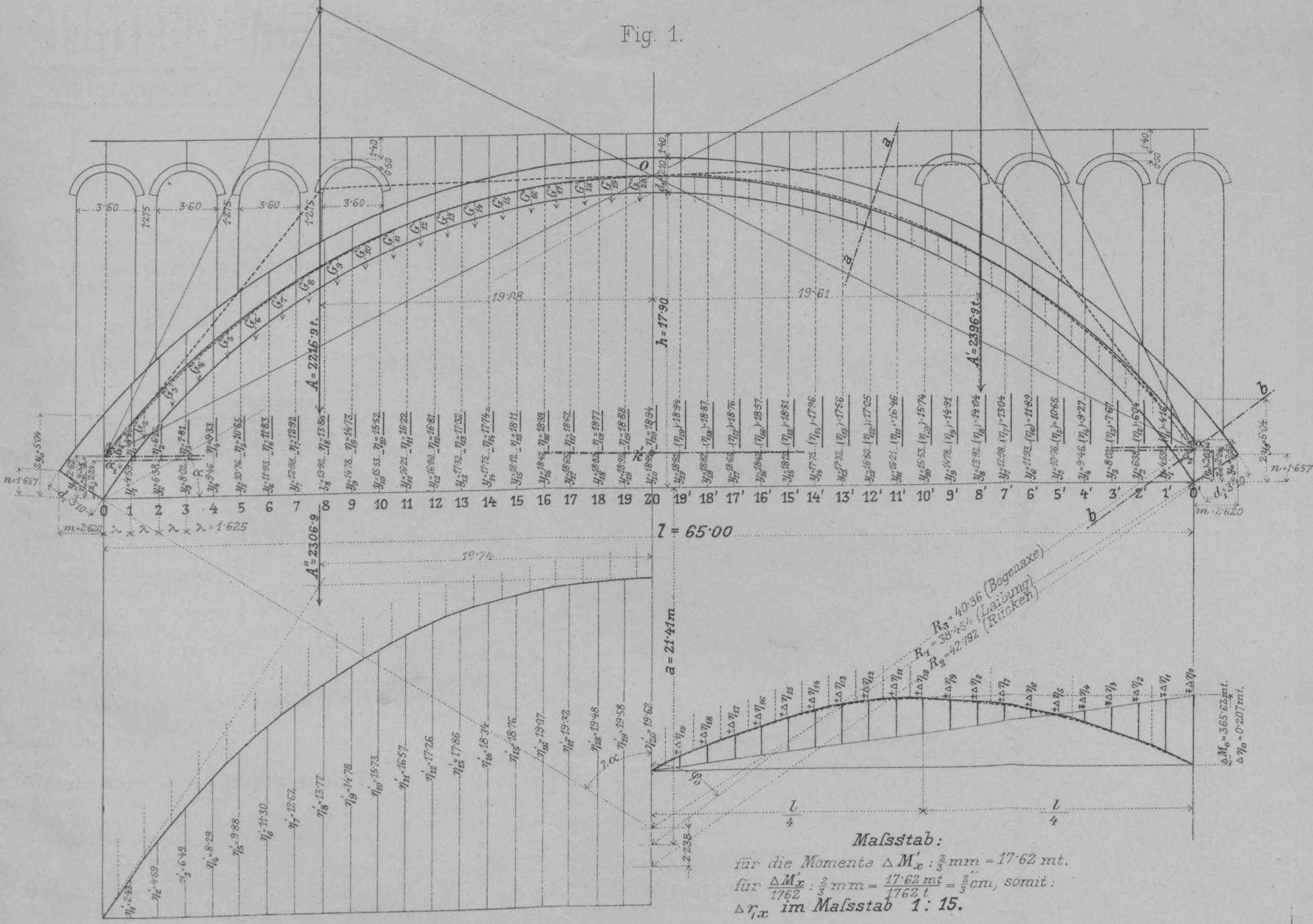


Fig. 1-3 Mafsstab der Längen = 1 : 300.

Fig. 4. Brücke von 40.0 m Spannweite.

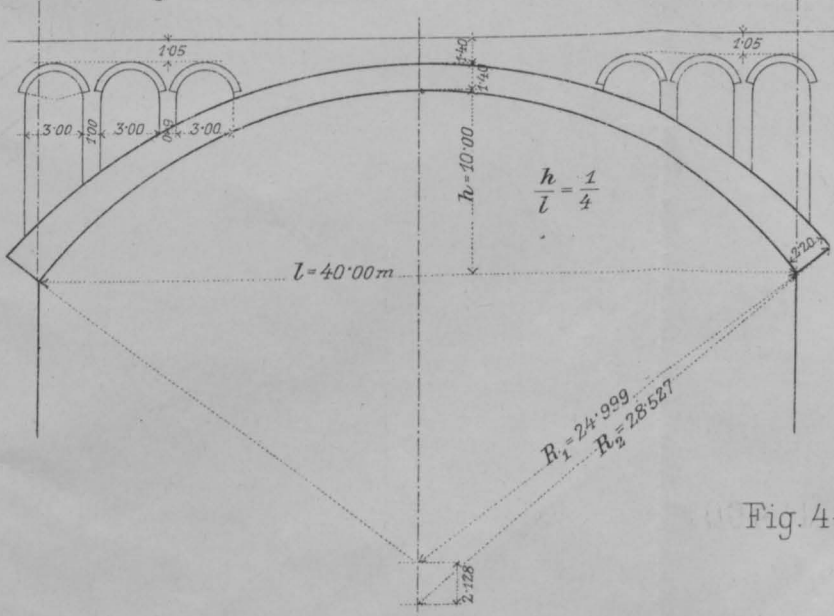


Fig. 4-9 Mafsstab = 1:400.

Fig. 2.

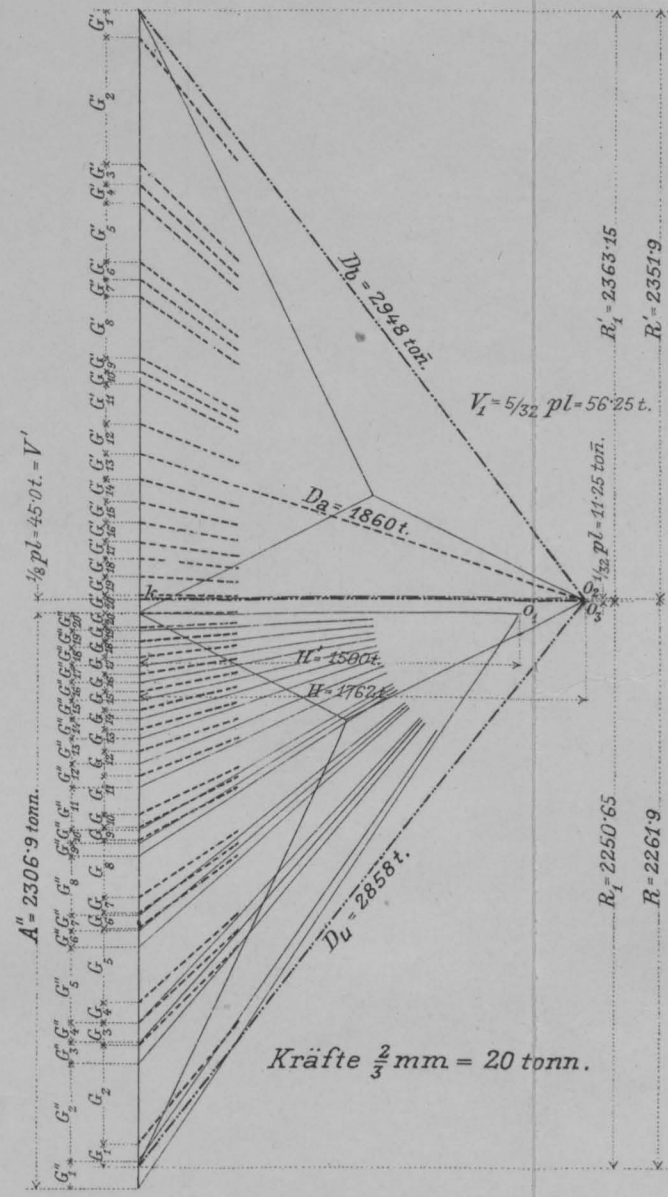


Fig. 5. Brücke von 48.0 m Spannweite.

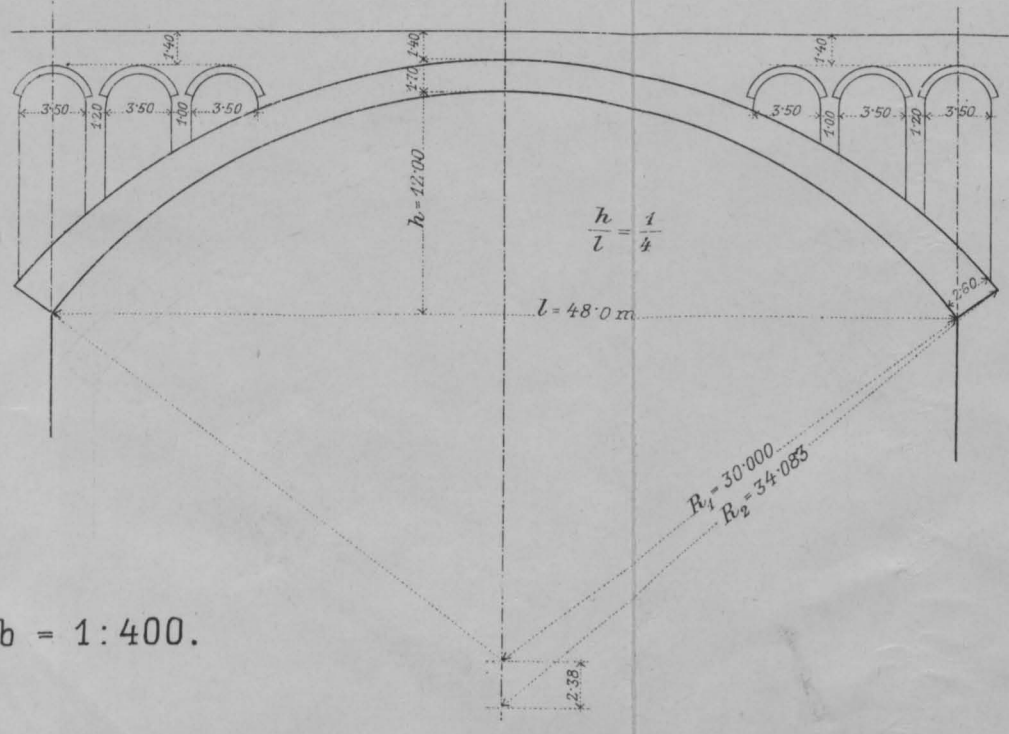


Fig. 6. Brücke von 34.6 m Spannweite.

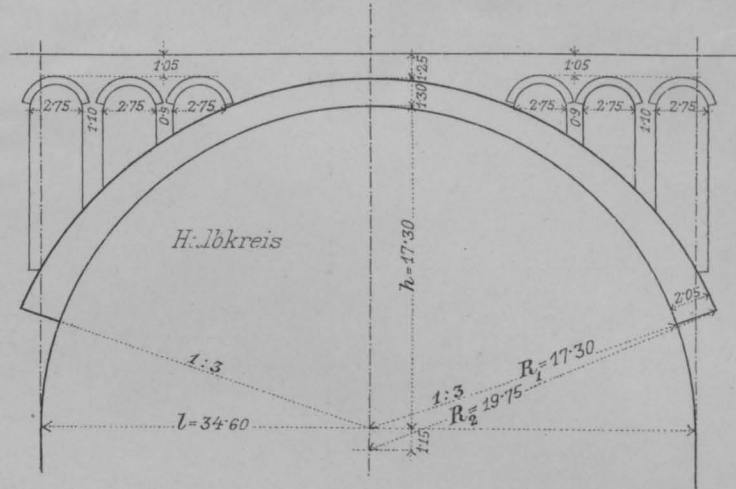


Fig. 7. Brücke von 30.0 m Spannweite.
Berechnung nach dem Verfahren von A. Castigliano.

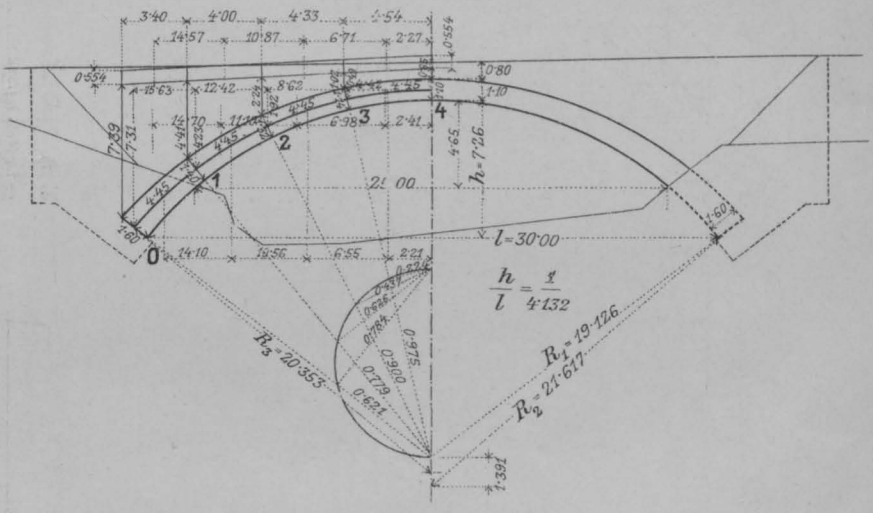


Fig. 8.
Brücke von 22.0 m Spannweite.

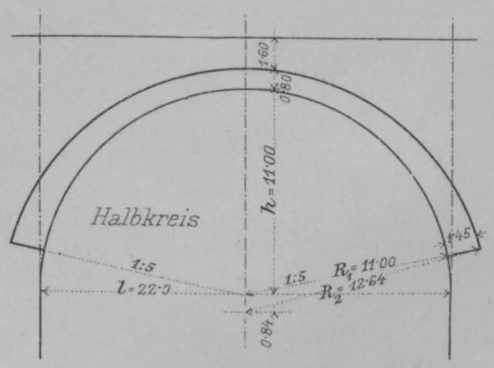
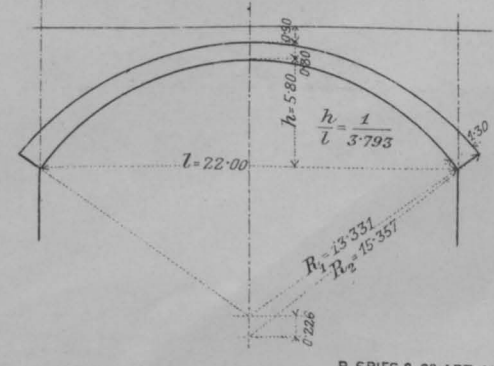


Fig. 9.
Brücke von 22.0 m Spannweite.



Ueber die Berechnung großer gewölbter Brücken.

Von Sigmund Kulka, Ingenieur-Adjunct der k. k. österr. Staatsbahnen.

(Schluss zu Nr. 29.)

Wenn man das Gewölbe als eingespannten Bogen betrachtet, so ist somit die verticale Componente des Scheiteldruckes um $\frac{1}{32} p l^2$ größer, bzw. kleiner, als wenn man Gelenke in gleicher Höhe in den Kämpferverticalen angenommen hätte; die Momentenfläche wird durch Textfig. 11 dargestellt:

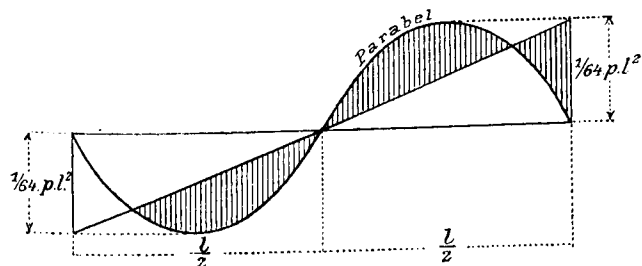


Fig. 11.

Die Bestimmung von $\Delta \eta_x$ erfolgte nun auf Tafel XIII in nachstehender Weise: Es wurde das Kräftepolygon für die einzelnen Lasten 13.5 t, 13.5 t, 13.5 t etc. mit der Poldistanz 17.62 gezeichnet und hiezu das Seilpolygon construiert. Man erhält hierbei das bereits früher berechnete $V = 44.78$ t, sowie die Momentenfläche bei Annahme von Einzellasten, welche von jener in Folge der gleichförmig vertheilten Belastung sehr wenig abweicht, so daß $M_x = \Delta M_0 = \frac{1}{64} p l^2 = 365.62$ mt gesetzt werden konnte.

Die Ordinaten zwischen dem Seilpolygon und der geraden Linie, im Kräftemaßstab gemessen und mit der Poldistanz 17.62 m multiplicirt, geben nun die Aenderung des Momentes $\Delta M_x'$ auf der belasteten Seite unter der Annahme, daß das Gewölbe als eingespannter Bogen betrachtet wird. $\Delta \eta_x = \frac{\Delta M_x'}{1762}$; durch die Wahl der Poldistanz = 17.62 m erhält man mit diesen Ordinaten gleichzeitig auch $\Delta \eta_0, \Delta \eta_1, \Delta \eta_2 \dots$ im Maßstabe 1 : 15 in den einzelnen Fugen der belasteten Seite, und zwar in m.

$\Delta \eta_0 = -0.21,$	$\Delta \eta_7 = +0.06,$	$\Delta \eta_{14} = +0.11,$
$\Delta \eta_1 = -0.15,$	$\Delta \eta_8 = +0.08,$	$\Delta \eta_{15} = +0.10,$
$\Delta \eta_2 = -0.11,$	$\Delta \eta_9 = +0.09,$	$\Delta \eta_{16} = +0.09,$
$\Delta \eta_3 = -0.07,$	$\Delta \eta_{10} = +0.11,$	$\Delta \eta_{17} = +0.07,$
$\Delta \eta_4 = -0.03,$	$\Delta \eta_{11} = +0.12,$	$\Delta \eta_{18} = +0.05,$
$\Delta \eta_5 = 0.00,$	$\Delta \eta_{12} = +0.12,$	$\Delta \eta_{19} = +0.03,$
$\Delta \eta_6 = +0.03,$	$\Delta \eta_{13} = +0.12,$	$\Delta \eta_{20} = 0.00.$

Auf der unbelasteten Seite ergeben sich dieselben $\Delta \eta_x$, nur mit entgegengesetztem Vorzeichen. Wir erhalten nun endgültig die rectificirten Ordinaten der Stützlinie (siehe Tafel XIII) und zwar auf der unbelasteten Seite:

$$\eta_0 = z_0 + \Delta \eta_0 = 2.45, \quad \eta_1 = z_0 + \Delta \eta_1 = 4.46, \quad \eta_2 = z_0 + \Delta \eta_2 = 6.26 \text{ etc.}$$

und auf der belasteten Seite:

$$(\eta_0) = z_0 - \Delta \eta_0 = 2.03, \quad (\eta_1) = z_0 - \Delta \eta_1 = 4.16, \quad (\eta_2) = z_0 - \Delta \eta_2 = 6.04 \text{ etc.}$$

Es würde nunmehr noch erübrigen, die Größe der Kämpferdrücke und der Fugenkräfte zu ermitteln, um dann mit Hilfe

der Gleichungen 1) die Beanspruchung in dem Gewölbe berechnen zu können. Für den Kämpferdruck auf der belasteten Seite erhielt man unter der Annahme, daß derselbe senkrecht auf die radiale Fuge wirkt:

$$D_b = H \cdot \cos \varphi_0 + (A'' + V_1) \sin \varphi_0$$

und auf der belasteten Seite:

$$D_u = H \cdot \cos \varphi_0 + (A'' - V_1) \cdot \sin \varphi_0.$$

Um jedoch eine Prüfung des gerechneten Horizontalschubes, sowie der analytisch bestimmten Ordinaten der Stützlinie vorzunehmen, wurde folgender Weg zur Bestimmung der Kämpferdrücke und der Fugenkräfte eingeschlagen: Bezeichnen $G_1, G_2, G_3 \dots$ die Lamellengewichte der linken, G_1', G_2', G_3' der rechtsseitigen Gewölbshälften mit Rücksicht darauf, daß erstere unbelastet, letztere durch die Verkehrslast p pro lfd. Mtr. belastet ist, so ist in t:

$G_1 = 114.8,$	$G_{11} = 147.7,$	$G_{20}' = 66.6,$	$G_{10}' = 48.5,$
$G_2 = 388.1,$	$G_{12} = 101.9,$	$G_{19}' = 67.7,$	$G_9' = 52.4,$
$G_3 = 88.2,$	$G_{13} = 90.9,$	$G_{18}' = 70.0,$	$G_8' = 251.7,$
$G_4 = 78.2,$	$G_{14} = 81.3,$	$G_{17}' = 73.0,$	$G_7' = 60.3,$
$G_5 = 290.5,$	$G_{15} = 74.3,$	$G_{16}' = 77.2,$	$G_6' = 65.6,$
$G_6 = 65.6,$	$G_{16} = 68.2,$	$G_{15}' = 83.3,$	$G_5' = 317.5,$
$G_7 = 60.3,$	$G_{17} = 64.0,$	$G_{14}' = 90.3,$	$G_4' = 78.2,$
$G_8 = 224.7,$	$G_{18} = 61.0,$	$G_{13}' = 99.9,$	$G_3' = 88.2,$
$G_9 = 52.4,$	$G_{19} = 58.7,$	$G_{12}' = 110.9,$	$G_2' = 415.1,$
$G_{10} = 48.5,$	$G_{20} = 57.6,$	$G_{11}' = 165.7,$	$G_1' = 114.8.$

Hierbei ist die Resultirende links vom Scheitel $A = 2216.9$ t, rechts vom Scheitel $A' = 2396.9$ t.

Die Verkehrslast „p“ über das Gewölbe gleichmäßig vertheilt gedacht, erhält man, Gelenke in z_1 und z_2 , also in gleicher Höhe, vorausgesetzt die Reaction

$$\text{links } R = A'' - V' = A + V' = 2261.9 \text{ t}$$

$$\text{rechts } R' = A'' + V' = A' - V' = 2351.9 \text{ t};$$

die Schlusslinie $k.O_2$ des Kräftepolygons mit dem Pol O_2 ist horizontal. Trägt man jedoch nach $O_2 O_3 = \frac{1}{32} p \cdot l = 11.25$ t auf, so daß man die Reaction

$$\text{links } R_1 = A'' - V_1 = 2250.65 \text{ t}$$

$$\text{und rechts } R_1' = A'' + V_1 = 2363.15 \text{ t}$$

erhält, welche der Annahme des Gewölbes als eingespannten Bogen entsprechen, so sind die Dreiecke $\alpha_2.k'.\beta_2$ und $O_2.k.O_3$ einander ähnlich und somit die Schlusslinie $k.O_3$ des Kräftepolygons mit dem Pole O_3 parallel zur Schlusslinie $\beta_1.\beta_2$ des Stützlinienpolygons. Es lässt sich daher das Gewölbe graphisch so behandeln, als ob in $\beta_1, 0$ und β_2 Gelenke vorhanden wären, wobei β_1 und β_2 von einander im verticalen Sinne um

$$2 \times \frac{p \cdot l^2}{64 \cdot H} = 0.412 \text{ m} \text{ entfernt sind. Man erhält nun zunächst}$$

die Kämpferdrücke D_b und D_u , sowie die einzelnen Fugendrucke graphisch; andererseits aber müssen, wenn sowohl der Horizontalschub, als auch die Stützlinie früher richtig bestimmt wurden, die durch β_1 , bzw. β_2 gehenden Kämpferdrücke die Resultirenden A und A' in zwei Punkten schneiden, deren Verbindungslinie durch 0 geht und parallel ist zur entsprechenden Seite des Kräftepolygons. Es lässt sich überhaupt die ganze Drucklinie zeichnen;

sie muss durch die früher analytisch gefundenen Punkte der Fugen 1, 2, 3... gehen. Man kann aber auch andererseits den Horizontalschub construiren, welcher dem Bogen mit den Gelenken β_1 , 0 und β_2 entspricht und muss ein befriedigendes, mit dem gerechneten Horizontalschub H übereinstimmendes Resultat erhalten.

Die Beanspruchung des Gewölbes wurde im Scheitel, im Kämpfer der belasteten Seite und in der Fuge 12, in welcher die Differenz zwischen Bogenachse und Stützlinie am größten ist, nach den Gleichungen 1) bestimmt und hiebei die aus dem Kräftepolygon sich ergebenden Kräfte, als auf die radiale Fuge, senkrecht stehend angenommen. δ und e in den Radialfugen $a a$ und $b b$ wurden aus der im größeren Maßstabe dargestellten Zeichnung entnommen.

Scheitel.
(Textfig. 12 und 13).

Der Horizontalschub $H = 1762 t$ vertheilt sich auf die Fugenbreite B und man erhält für die

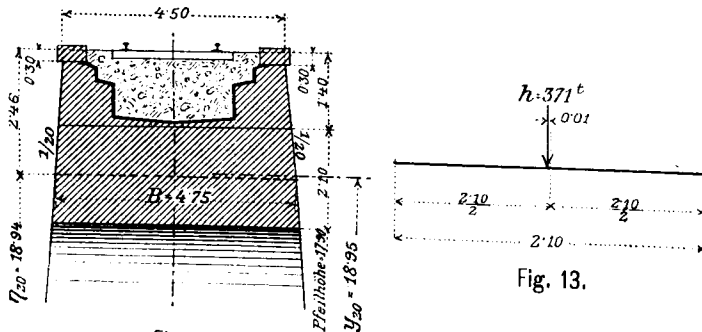


Fig. 12.

$$\text{Tiefe} = 1 \dots h = \frac{1762 t}{4.75} = 371 t. \text{ Es ist nun:}$$

$$i_a = \frac{371}{2.10} \left(1 + 6 \frac{0.01}{2.10} \right) = 18.2 \text{ kg/cm}^2 \text{ Druck,}$$

$$i_b = \frac{371}{2.10} \left(1 - 6 \frac{0.01}{2.10} \right) = 17.2 \text{ kg/cm}^2 \text{ Druck.}$$

Fuge $a a$. (Textfig. 14).

$D_a = 1860 t$; $B = 4.95 m$;
somit für die Tiefe = 1

$$d_a = \frac{1860}{4.95} = 375.6 t \text{ und}$$

$$i_a = 27.5 \text{ kg/cm}^2 \text{ Druck,}$$

$$i_b = 6.0 \text{ kg/cm}^2 \text{ Druck.}$$

Kämpfer-Fuge $b b$. (Textfig. 15). $D_b = 2948 t$;
 $B = 6.44 m$ $d_b = 457.7 t$.

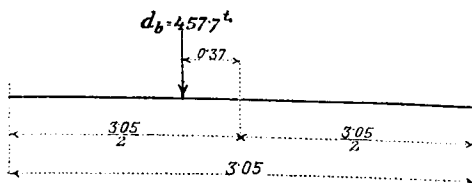


Fig. 15.

$$i_a = 26.0 \text{ kg/cm}^2 \text{ Druck,}$$

$$i_b = 4.1 \text{ kg/cm}^2 \text{ Druck.}$$

Die Maximal-Inanspruchnahme des Gewölbematerialies tritt somit in der Fuge $a a$ auf und beträgt 27.5 kg/cm^2 .

Berechnung einer Brücke von $l = 30.0 m$ Spannweite nach dem Verfahren von A. Castigliano

(siehe Taf. XIII, Fig. 7).

Die Pfeilhöhe h beträgt $7.62 m$; $\frac{h}{l} = \frac{1}{4.132}$. Auch hier sind Form und Dimensionen des Gewölbes das Schlussergebnis

mehrerer Versuche und wurde speciell zur Erzielung eines günstigeren Verhältnisses zwischen Spannweite und Pfeilhöhe das Gewölbe in die Fundamente fortgesetzt, so daß anstatt der ursprünglich in Aussicht genommenen Spannweite von $25.0 m$ eine solche von $30.0 m$ resultirte. Die Rechnung, in analoger Weise wie bei der $65.0 m$ weiten Brücke durchgeführt, ergab im Kämpfer der belasteten Seite (Textfig. 16) die Maximal-Inanspruchnahme, und zwar: $D_b = 862 t$; $B = 5.35 m$, somit $d_b = 161.1 t$, daher

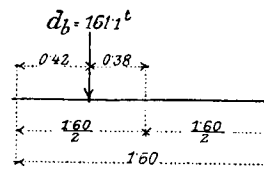


Fig. 16.

$$i_a = \frac{161.1}{1.60} \left(1 + 6 \frac{0.38}{1.60} \right) = + 24.3 \text{ kg/cm}^2 \text{ Druck,}$$

$$i_b = \frac{161.1}{1.60} \left(1 - 6 \frac{0.38}{1.60} \right) = - 4.2 \text{ kg/cm}^2 \text{ Zug.}$$

Vernachlässigt man die Zugfestigkeit des Mörtels und nimmt an, daß die Steine lose aufeinander liegen, so vertheilt sich der Druck bloß über eine Länge $= 3 \times 0.42 m = 1.26 m$ und man erhält

$$i_a = \frac{2 \times 161.1}{1.26} = 25.6 \text{ kg/cm}^2 \text{ Druck; } i_b = 0.$$

Für die Untersuchung, welche nunmehr entsprechend den von A. Castigliano in seinem Werke „Theorie des Gleichgewichtes elastischer Systeme“ aufgestellten Grundsätzen durchgeführt werden soll, gelten die früheren Annahmen für das Gewicht des Mauerwerkes und der Hinterfüllung. Als Verkehrslast ergab sich 1274 kg/m^2 Brücke und wurde zunächst das Gewölbe, analog dem von Castigliano behandelten Beispiele der Ogliobridge, als voll belastet in Rechnung gezogen. Die Untersuchung wird für die Gewölbstiefe $= 1$ durchgeführt. Das Verfahren gründet sich im Wesentlichen darauf, daß der durch die statischen Gesetze unbestimmte Horizontalschub (nach Castigliano „Normalpressung im Scheitel“), sowie das unbekannte Biegemoment $M = H \cdot e$ im Scheitel nach der Lehre von der Deformationsarbeit bestimmt und zu ihrer Berechnung außer den statischen Gesetzen auch noch die beiden Bedingungen aufgestellt werden, daß der Scheitelquerschnitt beim symmetrisch belasteten Gewölbe weder eine horizontale Verschiebung noch eine Drehung erleiden dürfe. Wird dann der Ausdruck für die Deformationsarbeit des halben Bogens aufgestellt und werden nach dem Satze Castigliano's*) „Wenn man die Deformationsarbeit eines elastischen Körpers in einer Function der äußeren Kräfte ausdrückt, so gibt der Differential-Quotient dieses Ausdrucks mit Bezug auf eine dieser Kräfte die relative Verrückung ihres Angriffspunktes“ die Differential-Quotienten dieses Ausdrucks nach M und H gebildet, so erhält man, diese Differential-Quotienten $= 0$ gesetzt, die beiden Gleichungen zur Bestimmung von M und H . Hiedurch ist die Aufgabe wieder auf eine bestimmte zurückgeführt und lässt sich nun die Beanspruchung in jeder der radial angenommenen Fugen und speciell in der am meisten beanspruchten Kämpferfuge in der gewöhnlichen Weise ermitteln.

Die durch die Mittelpunkte der radialen Fugen gelegte Bogenachse mit dem Radius $R_3 = 20.353 m$ wurde in vier gleiche Theile getheilt und die Abscissen und Ordinaten der Fugennittel, sowie die Stärke der Fugen rechnerisch bestimmt. Die Belastung wurde auf Mauerwerk reducirt und speciell für die mobile Belastung eine Höhe von $0.554 m = \frac{1274}{2300}$ erhalten. Es

lassen sich nun sowohl die Flächen der Gewölbesteile, sowie die darüber befindlichen Lamellen der permanenten und mobilen Belastung berechnen, sowie deren Schwerlinien graphisch bestimmen und man hat dann alle Größen, um die Momente bezüglich der Mittelpunkte der radialen Fugen 0, 1, 2, 3 zu bestimmen. Man erhält für das Gewölbestück (4, 3) die Gewölbsfläche $= 4.94 m^2$, die Fläche der permanenten Belastung $= 3.63 m^2$, die Fläche

*) Siehe A. Castigliano, Theorie des Gleichgewichtes elastischer Systeme. S. 42.

der mobilen Belastung $= 2.52 \text{ m}^2$; die Gesamtfläche ist $= 11.09 \text{ m}^2$ und das Moment bezüglich des Mittelpunktes der Fuge $3 \dots m_3 = 4.94 \times 2.21 + 3.63 \times 2.01 + 2.52 \times 2.15 = 23.64 \text{ m}^2$. In ähnlicher Weise lassen sich auch die Flächen und Momente für die Gewölbestücke (4, 2), (4, 1), (4, 0) berechnen und sind die bezüglichen Resultate in der folgenden Tabelle zusammengestellt.

Gewölbestück	Eigengewicht		Permanente Belastung		Mobile Belastung		Gesamt-Belastung	
	Fläche	Mo-ment	Fläche	Mo-ment	Fläche	Mo-ment	Fläche	Mo-ment
4, 0	22.74	153.95	43.06	183.26	9.01	67.58 = m_0'	74.81	404.79 = m_0
4, 1	16.06	92.17	23.34	90.00	7.13	42.70 = m_1'	46.53	224.87 = m_1
4, 2	10.19	42.53	10.34	33.55	4.91	20.57 = m_2'	25.44	96.65 = m_2
4, 3	4.94	10.92	3.63	7.30	2.52	5.42 = m_3'	11.09	23.64 = m_3

Für den Scheitel ist $m_4 = 0$.

Zu diesen durch die Belastung hervorgerufenen und nach den statischen Gesetzen bestimmten Momenten tritt nun bei dem symmetrisch belasteten Gewölbe noch das Moment des Horizontalschubes H und das Biegemoment im Scheitel $M = H \cdot e$ hinzu, so daß, wenn G das Gesamtgewicht des Gewölbestückes

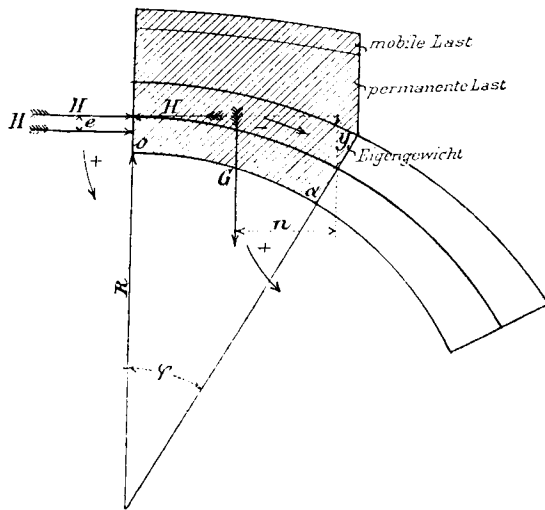


Fig. 17.

$0 \propto$ (Textfig. 17) bezeichnet und $G \cdot n = m_\alpha$ ist, das Biegemoment bezüglich irgend einer Fuge α gefunden wird:

$$M_\alpha = M - H \cdot y + m_\alpha.$$

Der auf die Fuge α senkrecht gerichtete Druck N_α setzt sich zusammen aus $H \cdot \cos \varphi + G \cdot \sin \varphi$. Die Werthe für $\sin \varphi$ und $\cos \varphi$ sind auf Taf. XIII, Fig. 7 ersichtlich und wurden sowohl rechnerisch, als auch graphisch ermittelt. Man erhält im vorliegenden Falle das Biegemoment für die Fuge 0:

$$M_0 = M - 7.31 H + 404.79 \text{ und} \\ N_0 = 0.621 H + 0.784 \times 74.81 = 0.621 H + 58.65,$$

ebenso für alle übrigen Fugen:

$$\begin{aligned} M_1 &= M - 4.23 H + 224.87 & N_1 &= 0.779 H + 29.13 \\ M_2 &= M - 1.92 H + 96.65 & N_2 &= 0.900 H + 11.12 \\ M_3 &= M - 0.49 H + 23.64 & N_3 &= 0.975 H + 2.48 \\ M_4 &= M. & N_4 &= H. \end{aligned}$$

Zur Bestimmung von M und H stellt nun Castigliano den Ausdruck für die Deformationsarbeit des halben Gewölbes

in einer Function von M und H auf, und zwar mit Hinweglassung des für die nachfolgende Differentiation gleichgiltigen numerischen Factors $A = \sum \frac{M^2}{J} + \sum \frac{N^2}{\Omega}$, wobei nach der Simpson'schen Formel

$$\sum \frac{M^2}{J} = \frac{1}{3} \left(\frac{M_0^2}{J_0} + 4 \frac{M_1^2}{J_1} + 2 \frac{M_2^2}{J_2} + 4 \frac{M_3^2}{J_3} + \frac{M_4^2}{J_4} \right) \\ \sum \frac{N^2}{\Omega} = \frac{1}{3} \left(\frac{N_0^2}{\Omega_0} + 4 \frac{N_1^2}{\Omega_1} + 2 \frac{N_2^2}{\Omega_2} + 4 \frac{N_3^2}{\Omega_3} + \frac{N_4^2}{\Omega_4} \right)$$

J_0, J_1, \dots sind die Trägheitsmomente, $\Omega_0, \Omega_1, \Omega_2, \dots$ die Flächen der Fugen 0, 1, 2, 3, 4. Für die Gewölbtiefe $= 1$ erhält man:

$$J_0 = \frac{1}{12} \cdot 1.6^3 = 0.3413, J_1 = 0.2287, J_2 = 0.1551,$$

$$J_3 = 0.1235, J_4 = 0.1109.$$

$$\Omega_0 = \delta_0 = 1.60; \Omega_1 = 1.40, \Omega_2 = 1.23, \Omega_3 = 1.14, \Omega_4 = 1.10.$$

Nach Einführung dieser Größen und Durchführung der Rechnung erhält man den Ausdruck für die Deformationsarbeit

$$A = \sum \frac{M^2}{J} + \sum \frac{N^2}{\Omega} = 24.91 M^2 - 45.35 \cdot 2 M H + \\ + 177.46 \cdot H^2 + 2377.16 \cdot 2 M - 9321.03 \cdot 2 H.$$

Nach dem früher erwähnten Satze muss, wenn der Scheitelquerschnitt keine Drehung erleiden soll, der Differential-Quotient des Ausdruckes A nach M gleich 0 sein und ebenso muss, wenn der Scheitelquerschnitt keine horizontale Verschiebung erfahren darf, der Differential-Quotient des Ausdruckes nach $H = 0$ sein. Man erhält somit die beiden Bestimmungsgleichungen für M und H :

$$24.91 M - 45.35 H = -2377.16$$

$$-45.35 M + 177.46 H = 9321.03 \text{ und hieraus:}$$

$$M = +0.3629, H = +52.617.$$

Es lassen sich nun für jede einzelne Fuge die Biegemomente und die Normalpressungen berechnen und es ergibt sich:

$$\begin{aligned} M_0 &= +20.523 & N_0 &= 91.325 \\ M_1 &= +2.664 & N_1 &= 70.119 \\ M_2 &= -4.011 & N_2 &= 58.475 \\ M_3 &= -1.779 & N_3 &= 53.781 \\ M_4 &= +0.363 & N_4 &= 52.617 \end{aligned}$$

Ist M positiv, so liegt der Angriffspunkt von N unterhalb der Bogenachse; ist M negativ, oberhalb der Bogenachse. $\frac{M}{N} = e =$ dem Abstand des Stützpunktes von dem Fugenmittel, wird $e_0 = +0.225, e_1 = +0.038, e_2 = -0.069, e_3 = -0.033, e_4 = +0.007$.

Man könnte jetzt auch die Stützlinie verzeichnen, ersieht jedoch ohnedies sofort, daß für $e_0 = +0.225$, in der Laibung der Kämpferfuge die größte Beanspruchung auftreten wird, und zwar:

$$i_a = 2300 \frac{N_0}{\delta_0} \left(1 + 6 \frac{e_0}{\delta_0} \right) = 24.2 \text{ kg/cm}^2,$$

$$i_b = 2300 \frac{N_0}{\delta_0} \left(1 - 6 \frac{e_0}{\delta_0} \right) = 2.0 \text{ kg/cm}^2.$$

Es ergibt sich somit nach dem von Castigliano angewendeten Verfahren für die Gewölberechnung eine etwas geringere Beanspruchung als nach der Methode Müller-Breslau's. Hierbei ist jedoch zu berücksichtigen, daß die Brücke als voll belastet in Rechnung gezogen wurde, während wir sonst die ungünstigere Annahme der Belastung bloß einer Gewölbhälfte getroffen haben. Die Berücksichtigung dieses Umstandes begegnet jedoch auch keinen weiteren Schwierigkeiten;* es tritt in diesem Falle

*) Siehe: A. Castigliano, S. 419, „Betrachtung einer eisernen Bogenbrücke mit ebenen Auflageflächen.“

nur noch eine dritte Unbekannte, die Schubkraft S im Scheitel hinzu. Zu ihrer Bestimmung ist die Bedingung aufzustellen, daß auch keine verticale Verschiebung des Scheitelquerschnittes stattfinden dürfe und wäre somit der Differential-Quotient der Deformationsarbeit des Bogens auch nach $S=0$ zu setzen.

Man erhält für die mobile Belastung allein (Textfig. 18), und zwar bloß die rechtsseitige Gewölbehälfte belastet gedacht, das

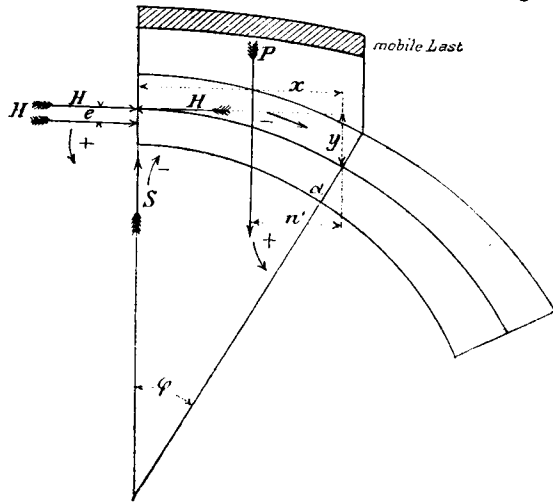


Fig. 18.

Biegemoment für irgend eine Fuge α auf der belasteten Seite, wenn $P \cdot n' = m\alpha'$ ist:

$$M_{\alpha} = M - H \cdot y - S \cdot x + m\alpha';$$

auf der unbelasteten Seite wirkt S im entgegengesetzten Sinne und fällt $m\alpha'$ weg, daher:

$$M_{\alpha'} = M - H \cdot y + S \cdot x.$$

Die Normalpressung für eine Fuge der belasteten Seite:

$$N_{\alpha} = H \cdot \cos \varphi + P \cdot \sin \varphi - S \cdot \sin \varphi$$

und für eine Fuge der unbelasteten Seite:

$$N_{\alpha'} = H \cdot \cos \varphi + S \cdot \sin \varphi.$$

Es ergibt sich somit im vorliegenden Falle auf der belasteten Seite:

$$M_0 = M - 7.31 H - 15.63 S + 67.58$$

$$M_1 = M - 4.23 H - 12.42 S + 42.70$$

$$M_2 = M - 1.92 H - 8.62 S + 20.57$$

$$M_3 = M - 0.49 H - 4.42 S + 5.42$$

$$M_4 = M$$

$$N_0 = 0.621 H - 0.784 S + \underbrace{0.784 \times 9.01}_{7.06}$$

$$N_1 = 0.779 H - 0.626 S + \underbrace{0.626 \times 7.13}_{4.46}$$

$$N_2 = 0.900 H - 0.437 S + \underbrace{0.437 \times 4.91}_{2.15}$$

$$N_3 = 0.975 H - 0.224 S + \underbrace{0.224 \times 2.52}_{0.57}$$

$$N_4 = H$$

und auf der unbelasteten Seite:

$$M_0' = M - 7.31 H + 15.63 S$$

$$M_1' = M - 4.23 H + 12.42 S$$

$$M_2' = M - 1.92 H + 8.62 S$$

$$M_3' = M - 0.49 H + 4.42 S$$

$$M_4' = M$$

$$N_0' = 0.621 H + 0.784 S$$

$$N_1' = 0.779 H + 0.626 S$$

$$N_2' = 0.900 H + 0.437 S$$

$$N_3' = 0.975 H + 0.224 S$$

$$N_4' = H.$$

Stellt man nun weiters den Ausdruck für die Deformationsarbeit des vollen Bogens auf: $\Sigma \frac{M^2 + M'^2}{J} + \Sigma \frac{N^2 + N'^2}{\Omega}$, wobei wieder:

$$\begin{aligned} \Sigma \frac{M^2 + M'^2}{J} &= \frac{1}{3} \left(\frac{M_0^2 + M_0'^2}{J_0} + 4 \frac{M_1^2 + M_1'^2}{J_1} + \right. \\ &\quad \left. + 2 \frac{M_2^2 + M_2'^2}{J_2} + 4 \frac{M_3^2 + M_3'^2}{J_3} + \frac{M_4^2 + M_4'^2}{J_4} \right) \\ \Sigma \frac{N^2 + N'^2}{\Omega} &= \frac{1}{3} \left(\frac{N_0^2 + N_0'^2}{\Omega_0} + 4 \frac{N_1^2 + N_1'^2}{\Omega_1} + \right. \\ &\quad \left. + 2 \frac{N_2^2 + N_2'^2}{\Omega_2} + 4 \frac{N_3^2 + N_3'^2}{\Omega_3} + \frac{N_4^2 + N_4'^2}{\Omega_4} \right) \end{aligned}$$

und führt die entwickelten Werthe für $M_0, M_1 \dots, M_0', M_1' \dots, N_0, N_1 \dots, N_0', N_1'$, sowie die bereits angegebenen Größen $J_0, J_1 \dots, \Omega_0, \Omega_1 \dots$ ein, so erhält man:

$$\begin{aligned} \Sigma \frac{M^2 + M'^2}{J} + \Sigma \frac{N^2 + N'^2}{\Omega} &= 49.82 M^2 - 90.69 \cdot 2 M H + \\ &\quad + 354.92 H^2 + 461.91 \cdot 2 M - 1728.08 \cdot 2 H + 3338.02 S^2 - \\ &\quad - 5149.04 \cdot 2 S. \end{aligned}$$

Werden die Differential-Quotienten dieses Ausdruckes nach M, H und S gleich 0 gesetzt, so ergeben sich die drei Bestimmungsgleichungen für M, H und S , und zwar:

$$\begin{aligned} 49.82 M - 90.69 H &= - 461.91 \\ - 90.69 M + 354.92 H &= + 1728.08 \\ 3338.02 S - 5149.04 &= 0 \quad \text{und hieraus} \\ M &= - 0.7636, \quad H = 4.674, \quad S = 1.543 \end{aligned}$$

für die einseitige mobile Belastung. Setzt man diese Werthe in die Gleichungen für M_0 und N_0 ein, so erhält man für den ungünstigsten Fall, den Kämpfer der belasteten Seite, das durch die einseitige mobile Belastung allein hervorgerufene Biegemoment, sowie die Normalpressung:

$$M_0 = - 0.7636 - 7.31 \times 4.674 - 15.63 \times 1.543 + 67.58 = + 8.532$$

$$N_0 = 0.621 \times 4.674 - 0.784 \times 1.543 + 7.06 = 8.753.$$

Für die volle mobile Belastung hätte man als

Biegemoment im Scheitel $M = 2 \times - 0.7636 = - 1.5272$ und als

Normalpressung " " $H = 2 \times 4.674 = 9.348; S = 0$ und dementsprechend $M_0 = M - 7.31 H + 67.58 = - 2.281$

$$N_0 = 0.621 H + 7.06 = 12.865.$$

Für die Vollbelastung (Eigengewicht, permanente Last, volle mobile Last) erhielten wir (siehe S. 379) $M_0 = + 20.523$ und $N_0 = 91.325$, daher für das Eigengewicht und die permanente Last allein:

$$M_0 = + 20.523 + 2.281 = + 22.804$$

$$N_0 = 91.325 - 12.865 = 78.460.$$

Tritt nun die einseitige mobile Belastung hinzu, so erhalten wir als Schlussresultat für den gegenständlichen ungünstigsten Fall im Kämpfer der belasteten Seite:

$$M_0 = + 22.804 + 8.532 = 31.336$$

$$N_0 = 78.460 + 8.753 = 87.213.$$

Es ist nun $c_0 = \frac{M_0}{N_0} = + 0.359$, also etwas kleiner, als

es von Müller-Breslau ermittelt wurde; hingegen ergibt sich eine etwas größere Inanspruchnahme, und zwar:

$$i_a = 2300 \cdot \frac{N_0}{\delta_0} \left(1 + 6 \cdot \frac{c_0}{\delta_0} \right) = 29.4 \text{ kg/cm}^2,$$

$$i_b = 2300 \cdot \frac{N_0}{\delta_0} \left(1 - 6 \cdot \frac{c_0}{\delta_0} \right) = -4.3 \text{ kg/cm}^2.$$

Würde man die Zugfestigkeit des Mörtels vernachlässigen und annehmen, daß sich der Druck bloß auf eine Breite $= 3 (0.80 - 0.359) = 1.323$ vertheilt, so erhielte man:

$$i_a = \frac{2 \times 2300 \cdot 87.213}{1.323} = 30.3 \text{ kg/cm}^2,$$

also um 4.7 kg größer als die Beanspruchung nach der für die gegenständlichen Brücken angewendeten Methode gefunden wurde. Hierbei muss jedoch erwogen werden, daß für die Lage des Stützpunktes fast übereinstimmende Resultate gefunden wurden und daß andererseits der zum Schlusse durchgeführten Rechnung die Gewölbetiefe $= 1$ zu Grunde gelegt wurde und sohin der günstige Einfluss des Anlaufes von $1/20$, durch welchen das tragende Gewölbe speciell am Kämpfer eine ganz bedeutende Erbreiterung erfährt, nicht, wie es bei Projectirung und Berechnung der vorliegenden Gewölbe factisch der Fall war, berücksichtigt erscheint. Es war jedoch von Interesse, die Rechnung eines Gewölbes, und zwar speciell eines solchen, dessen Projectirung überhaupt in Folge des ungünstigen Pfeilverhältnisses Schwierigkeiten machte, nach einer von anderen Gesichtspunkten ausgehenden Rechnung, unabhängig von den für die gegenständlichen Brücken speciell gemachten Voraussetzungen durchzuführen und kann mit Rücksicht darauf das Resultat des durchgeführten Vergleiches als befriedigend erachtet werden.

Schließlich werden nunmehr noch die Maximal-Beanspruchungen aller übrigen auf Tafel XIII dargestellten und in ähnlicher Weise wie die Brücke von 65.0 m Spannweite berechneten Gewölbe wie folgt angegeben:

		Pfeilverhältnis h/l	Max.-Beanspruchung in kg	
			auf Druck	auf Zug
Brücke	von 48.0 m Spannweite	1/4	+ 25.0	- 1.9
"	" 40.0 m "	1/4	+ 21.4	—
"	" 34.6 m "	Halbkreis	+ 17.5	- 0.8
"	" 22.0 m "	1/3.793	+ 18.6	- 2.4
"	" 22.0 m "	Halbkreis	+ 18.0	—

Wird angenommen, daß der Mörtel keine Zugspannung aufzunehmen im Stande ist und die Steine lose aufeinander liegen, so vertheilt sich der Druck bloß auf eine Fugenbreite, welche gleich ist dem dreifachen Abstände des Stützpunktes von der nächstliegenden Gewölbekante; man erhält dann überhaupt keine Zugspannungen und erhöhen sich die Druckspannungen

bei der Brücke von 48.0 m Spannweite auf 25.1 kg/cm²

" " " " 34.6 m " " 17.6 kg/cm²

und " " " " 22.0 m " " 19.8 kg/cm²,

durchwegs Inanspruchnahmen, welche mit Rücksicht auf unsere vorzüglichen Portland-Cemente und auf die hohe Druckfestigkeit der Gesteine, hierbei selbstverständlich eine fachgemäße Ausführung der Gewölbe, sowie die Unnachgiebigkeit der Widerlager vorausgesetzt, noch vollständig zulässig sind.

Jedenfalls ist es möglich, durch Anwendung der Theorie des elastischen Bogens die Ausgestaltung großer Gewölbe ökonomischer durchzuführen, als es nach der einfachen Annahme der günstigsten Stützlinie der Fall wäre, und für die Berechnung derselben Resultate zu erhalten, welche, wenn auch in Folge der verschiedenen rechnerisch nicht feststellbaren Einflüsse nicht vollkommen richtig, doch der Wahrheit näher kommen als die aus der älteren Theorie abgeleiteten Beanspruchungen. Die Durchführung einer solchen Rechnung ist durchaus nicht so zeitraubend, als es vielleicht den Anschein hat, und sollte nun auch in der Praxis der auf ganz willkürlicher Grundlage basirten älteren Theorie endgiltig aus dem Wege gegangen werden.

Triest, im Mai 1894.

Ueber den Schutz von Eisenconstruktionen gegen die Wirkung eines Brandes.

Am 13. Juni l. J. fand über Anordnung des Wiener Stadtbauamtes eine Brandprobe zu dem Zwecke statt, um darüber Anhaltspunkte zu gewinnen, in wie weit gewöhnliches Ziegelmauerwerk eine unter Druck befindliche schmiedeiserne Ständerconstruktion gegen die Einwirkungen eines Brandes und des Spritzenstrahles zu schützen vermag. Der Erprobung wurde ein schlank construirter Ständer aus zwei durch Gitterwerk verbundenen U-Eisen Nr. 14*) von 3.50 m Höhe (l) unterzogen, dessen nutzbarer Gesamt-Querschnitt (fe) 38.38 cm², und dessen kleinstes Trägheitsmoment (T) 1306.3 cm⁴ betrug. (Siehe nebenstehende Figuren.)

Das Verhältnis der kleinsten Querschnitts-Abmessung (D) zur Höhe (l) betrug rund 1:25.

Die Verkleidung erfolgte durch unverputztes Mauerwerk aus Wiener Normalziegeln (29 × 14 × 6.5 cm) mit Chamotte-Mörtel, wodurch ein Pfeiler von 47 × 47 cm Querschnitt entstand. Das Innere des Ständers blieb hohl und wurde zur Aufnahme von 13 Schmelzproben für Schmelzpunkte von 65 bis 900 ° C verwendet. Die Proben waren in mit Gyps abgedichteten Thonschälchen eingelagert, welche im Ständer-Innern so vertheilt waren, daß die am tiefsten hängende Probe noch 1 m über dem Ständerfuße zu liegen kam.

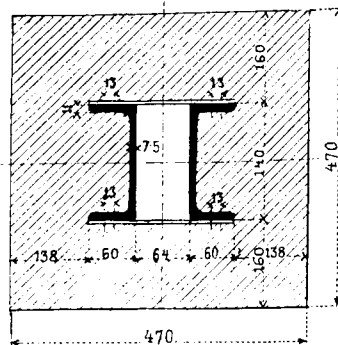


Fig. 1. Detail.

Quer- und Längsschnitt des Ständers sind in Fig. 1 und 2 dargestellt. Der Ständer wurde in der in Fig. 3, 4 und 5 angedeuteten Weise mit Ziegelmauerwerk so umgeben, daß er inmitten eines Raumes von 3.7 × 2.47 m zu stehen kam, dessen

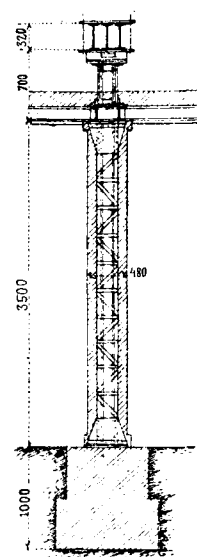


Fig. 2.

Decke durch Gewölbe aus Hohlziegeln (Dreilochsteine) auf Traversen construiert war. Für den Rauchabzug dienten zwei gleichfalls aus Hohlziegeln gemauerte Rauchfänge. Zur Herbeiführung des auf den Ständer auszuübenden Druckes (P) mit Ausschluss des Eigengewichtes der Decke und der Rauchfänge wurde ein Hebelwerk angewendet, dessen System in Fig. 6 skizzirt ist. Die Dimensionen der Eisenconstruktion des Hebelwerkes und dessen Verankerung wurden mit Rücksicht auf später auszuführende Versuche bestimmt. Das Verkleidungsmauerwerk des Ständers blieb unbelastet.

Für den Versuchsstander wurde die Belastung P für eine Maximal-Kantenspannung von 1000 kg per 1 cm² auf Grund der Möller-Lehmann'schen Formel:

$$P = \frac{1000 f_v}{1 + n \frac{l^2 f_e}{T}}$$

mit 14.460 kg ermittelt, wobei l mit 350 cm und der Coefficient n allerdings nur mit 0.0004 statt mit 0.00045 eingesetzt wurde, um im Falle als wider Erwarten der Ständer thatsächlich zum Erglühen kommen sollte, auch über die Berechtigung dieses Coefficienten Anhaltspunkte zu erhalten.

*) Das U-Eisen hatte 140 mm Höhe, 60 mm Fußbreite, 11 mm Fußdicke, 7.5 mm Stegdicke, 41.1 cm² Gesamtquerschnittsfläche (fv).

Die Belastung P nach der Leible-Schübler'schen Formel mit dem Coëfficienten 0.00009 würde eine Inanspruchnahme von 517 kg für das cm^2 ergeben, was ungefähr dem Bruchmodul des Schweißseisens bei 700° C (Dunkelroth-Gluth) und jenem des Bessemermaterials bei 900° C (Kirschroth) entspräche. Das Verkleidungsmauerwerk des Ständers wurde fünf Tage vor dem Versuche fertig gestellt; zur Beschleunigung des Austrocknens wurde während des dem Versuche vorhergehenden Tages und der Nacht ein schwaches Feuer unterhalten.

Während der Brandprobe blieben die Thüröffnungen B und C (Fig. 4) durch aus Gypsdieneln verfertigte Thüren verschlossen, und zwar die Thüre bei C ständig, jene bei B hingegen insoweit als dies das Nachwerfen des Brennmaterials und die Regulirung des Luftzutrittes erforderte; zu letzterem Zwecke wurde auch

voll zur Geltung zu bringen. Die Feuerwehrmannschaft wurde angewiesen vor Allem mit vollem Strahl auf das Mauerwerk des Ständers, auf die sonstigen Versuchsstücke, die Gewölbe u. s. w. einzuwirken.

Das Zusammenwirken von Feuer und Wasser hat im Versuchsraume arge Zerstörungen hervorgerufen; die zahlreichen Absplitterungen und Abstürze der Versuchsmaterialien haben nicht nur die geringe Feuerbeständigkeit einer Reihe von Baumaterialien, sondern auch die Gefahr zu kennzeichnen vermocht, in welche die Feuerwehr durch diese Baumaterialien gerathen kann. Eine Untersuchung des Baues konnte ungeachtet der kräftigen Abdämpfungsarbeiten erst am nächsten Tage vorgenommen werden.

Vom Verkleidungsmauerwerke des Ständers waren die Kanten auf eine Breite von 3–4 cm fast gänzlich abgesprengt, im oberen

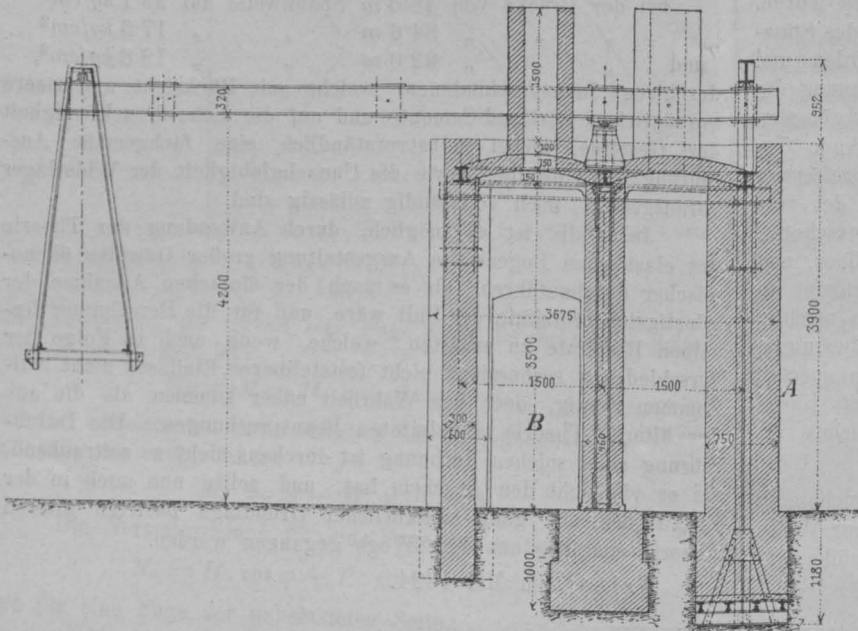


Fig. 3. Aufriss.

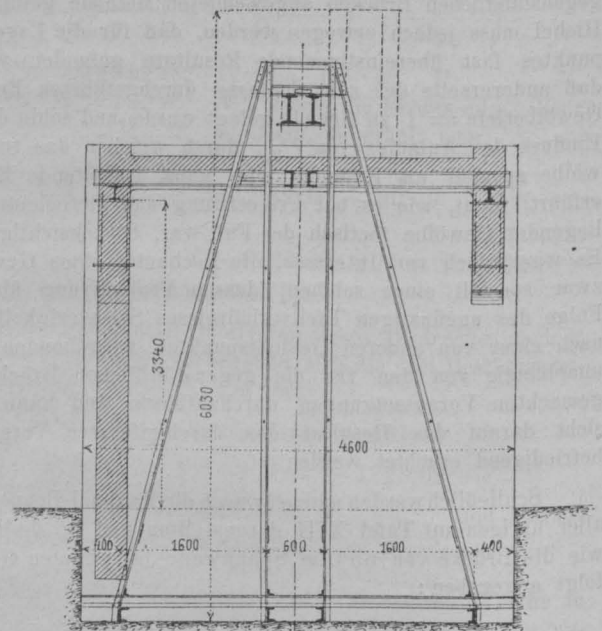


Fig. 5. Schnitt durch die Rückwand.

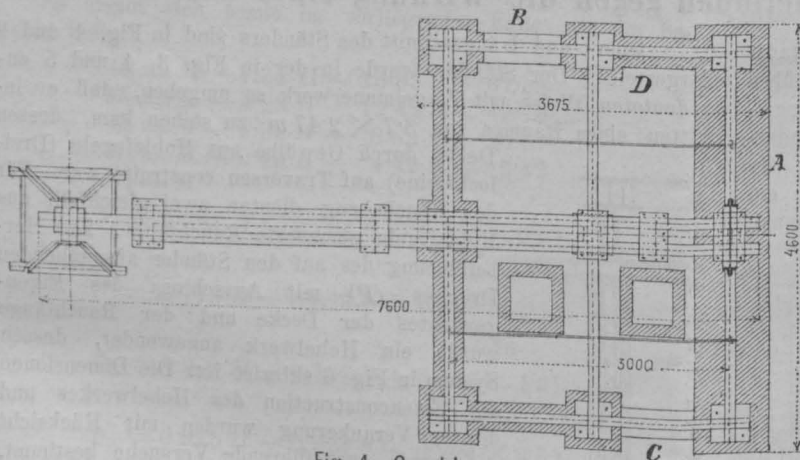


Fig. 4. Grundriss.

Theile waren die Ziegel vielfach gesprungen, der Mörtel zum Theile ausgewaschen und das Mauerwerk auf die ganze Tiefe durchnässt. Im unteren Theile war das Mauerwerk jedoch trocken. Im Allgemeinen blieb der Verband im Mauerwerk aufrecht. Der schmiedeiserne Ständer und dessen Anstrich waren vollkommen unversehrt; von den im Ständer-Innern angebrachten Schmelzproben zeigten bloß die kleinen Spähne des Wood'schen Metalles die beginnende Schmelzung, die Temperatur von 65° C. wurde somit kaum erreicht. Mit dieser geringen Temperaturerhöhung stimmt auch das Verhalten des Hebelendes überein, welches trotz des bedeutenden Uebersetzungsverhältnisses von 1:4.67 keinen nennenswerthen Ausschlag während des Brandes zeigte.

Zur Constatirung der im Versuchsraume erzielten Temperaturen wurden in der Ecke bei D gleichfalls Schmelzproben angebracht. Um sie vor dem Dampfspritzenstrahl zu sichern, wurden die Proben in einem geschlossenen Stahlgefäße an einer geschützten Stelle niedergelegt. Die hiedurch constatirte Temperatur von 400° C. kann bei diesem Sachverhalte wohl nur als die erzielte Minimaltemperatur angesehen werden.

Bei dem abgeführten Versuche hat somit das gewöhnliche Ziegelmauerwerk in der Stärke von $\frac{1}{2}$ Stein den schmiedeisernen Ständer während der $2\frac{1}{2}$ Stunden währenden Branddauer vollständig zu schützen vermocht.

Es möge nun in Kürze das Verhalten der übrigen Materialien besprochen werden.

Gypsdieneln wurden zum Abschlusse der beiden Thüröffnungen B und C und zur Verkleidung der Deckenträger verwendet; diese Verkleidung fiel sehr bald ab, indem sich die Befestigung

einer der beiden Rauchfänge theilweise abgedeckt. Die Feuerung wurde programmäßig $2\frac{1}{2}$ Stunden unterhalten, und hiebei neben Kleinholz rund 2 m^3 Fichten- und Tannen-Scheitholz verbrannt.

Anfänglich wurde das Brennmaterial rings um den Ständer geschichtet, später jedoch nur an der der Thüre B zugekehrten Seite angehäuft, um wo möglich eine einseitige Erhitzung zu erzielen. Das Brennmaterial wurde ständig als ein ungefähr meterhoher Gluthaufen erhalten, und die Feuerung insbesondere eine Stunde vor dem Abdämpfen forcirt.

Beiden vom Branddirector Zier persönlich geleiteten Löscharbeiten gelangte eine 14 pferdige Dampfspritze mit einer Schlauchlinie von ungefähr 200 m zur Verwendung, und zwar wurde mit der Dämpfung erst begonnen, nachdem in der Schlauchlinie der volle Druck herrschte, um auf diese Weise die Wirkung des Strahles

als ungenügend erwies. Bei den Thürverschlüssen hielten die ungefähr 4 cm dicken Gypsdiele bis zum Beginne des Abdämpfens wirksam Stand; die Thüre bei B fiel als eines der ersten Opfer

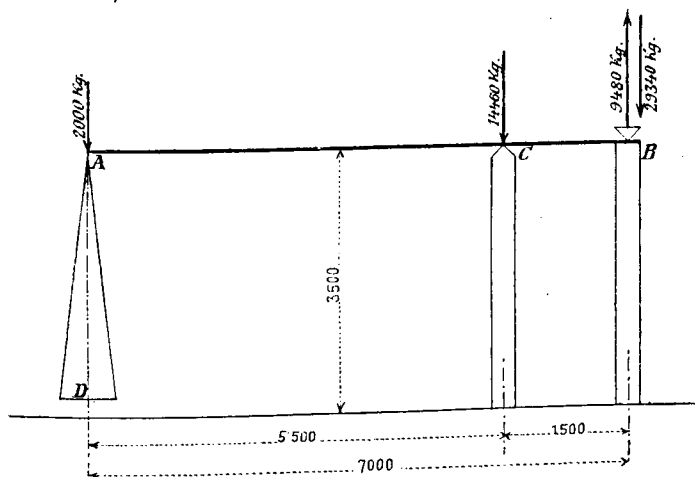


Fig. 6. Schema des Hebelsystems.

der durch die Oeffnung bei C eindringenden Feuerwehr, und wurde — am Boden liegend — in wenigen Minuten vollständig durchweicht. Als wirksamer Schutz für Eisen-Constructionen dürften Gypsdiele daher nicht zu empfehlen sein.

Die Hohlziegel der Decke und der beiden Rauchfänge waren namentlich dort, wo das Löschwasser durch die Fugen hindurch getrieben wurde, vielfach beschädigt; während des Abdämpfens war stellenweise das Materiale der ersten Lochreihe vollständig abgesprungen. Wenn ein Einsturz der Hohlziegelgewölbe nicht erfolgte, so ist dies wahrscheinlich nur dem unbelasteten Zustande während des Brandes zu danken.

Wengleich sich die Hohlziegel hier weitaus besser als bei manchem anderen Brande bewährten, so ist doch das Verhalten bei dem vorliegenden Versuche ein solches gewesen, welches zur Vorsicht in der Anwendung mahnt.

Das übrige, mit Portland-Cement hergestellte Ziegelmauerwerk blieb — soweit dies ohne Abtragung zu constatiren möglich war — vollkommen tragfähig.

Zur Prüfung der Widerstandsfähigkeit verschiedener Steinarten wurden sowohl im Versuchsraume als in das Umfassungsmauerwerk eine Anzahl von Steinstücken untergebracht. In der Innenfläche der Umfassungsmauer A wurden auf die ganze Höhe von 3.5 cm und auf eine Breite von 75 cm Schattauer Klinker (von C. Schlimp) als Verkleidung eingemauert; zu beiden Seiten derselben und in einer Höhe von 2.75 m über dem Fußboden wurden je um rund 70 cm vorragende Stiegenstufen aus Gmündner Granit und aus Rekawinkler Sandstein eingefügt. In die gegenüberliegende Wand wurden in acht Reihen 24 Stück 30 × 30 × 30 cm starke, weiße, gelbe und blaue Gmündner Granitwürfel, dann acht Pflastersteine aus dichtem, feinkörnigem (Vilshofer, Grabensteiner, Schärldinger, Dornacher, Zumberger, Mauthausner, Thurnhofer- und Sikouzer) Granit, dann vier Stück Würfel aus rothem Phosphor flüchtig mit der Wand, an den übrigen freien Wandstellen 25 verschiedene über die Wand vorragende Steinsorten eingefügt. Weiters wurden im Versuchsraume — 20 cm vom Ständer entfernt — eine 1.90 m lange

Stiegenstufe aus Gmündner Granit, an beiden Enden auf je zwei gleichartigen Würfeln ruhend, und mehrere Stufen aus feinkörnigem Mauthausner Granit längs der Wände aufgestellt. Sämmtliche Steine waren ausgetrocknet.

Die natürlichen Steine, namentlich wenn sie von den Flammen umspült werden konnten, haben sich als ganz unzuverlässig gezeigt; was den Flammen nicht zum Opfer fiel, wurde beim Abdämpfen beschädigt und unbrauchbar. Den geringsten Widerstand zeigten Kehlheimer Platten, welche sofort bei Beginn der Feuerung zersprangen. Die Stiegenstufen aus Sandstein sprangen bereits während der ersten Stunde an der Einmauerungsstelle ab, geschichtete Sandsteine blätterten nach den Schichten. Nicht viel besser hielten sich an den exponirten Stellen die Granitstufen, insbesondere solche aus feinkörnigem Materiale; häufig wurde der Granit in eine leicht zerbröckelnde mürbe Masse verwandelt.

Die 1.90 m lange Stiegenstufe erhielt schon in der ersten Zeit einen Sprung, blieb jedoch bis gegen Ende der Feuerung noch im Zusammenhang; nach dem Abdämpfen zeigte sie, ebenso wie ihre vier Unterlagssteine, mehrfache durchgehende Sprünge. Bei den flüchtig mit den Mauern versetzten Graniten zeigten sich zwar ebenfalls Abblätterungen und Sprünge, ohne daß jedoch dabei jene allgemeinen und weitreichenden Zerstörungen wie bei den freiliegenden Stücken zu Tage getreten wären. Dagegen waren die vier Porphywürfel gänzlich zerstört und zum Theile auch aus dem Verbande herausgefallen, obwohl sie an einer verhältnismäßig geschützten Stelle sich befanden.

Während die Granite und Porphyre sich in der Zerstörung zumeist durch Zerspringen charakterisirten, trat bei den Kalksteinen mehr der Zerfall durch Veränderung in der Zusammensetzung in den Vordergrund. Vielfach war die Oberfläche vollkommen mürbe, während im Innern ein tragfähiger Kern erhalten blieb. Bei dem Verhalten der natürlichen Steine darf nicht außer Acht gelassen werden, daß sie während des Brandes durch äußere Kräfte wenig oder gar nicht beansprucht wurden; wahrscheinlich wäre bei Belastung das Ergebnis des Versuches ein noch viel ungünstigeres gewesen.

Bei den Klinkern beschränkten sich die Schäden bloß auf feine, kaum merkbare verticale Risse, welche auf 3—5 cm Tiefe reichten. Für ein Verkleidungsmateriale ist das Auftreten dieser Risse vollständig belanglos; ganz anders gestaltet sich jedoch diese Erscheinung, wenn die Klinker unter hohem Drucke stehen. Die Zerstörung solcher Pfeiler wird ebenfalls durch das Auftreten verticaler Risse eingeleitet, wodurch sich das Mauerwerk in einzelne kleine Pfeiler auflöst, die rasch der Knickwirkung unterliegen. Das Auftreten dieser verticalen Risse unter der Einwirkung des Feuers und Wassers würde also im gleichen Sinne wie die Ueberlastung zerstörend wirken und demnach ebenso wie eine gewisse Last wirkend aufgefasst werden können. Wie weit dies zutrifft, wird ein vorzunehmender Versuch mit belastetem Klinkermauerwerk zeigen. Zunächst ist noch eine Erprobung der Monierconstruction in Aussicht genommenen.

Schließlich sei hervorgehoben, daß die Eisenconstruction von der Firma Ig. Gridl, das Mauerwerk von den Baumeistern Kupka und Orgelmeister, die sonstigen Versuchstücke von den Firmen C. Schlimp und C. Prokop und dem städtischen Materialdepôt kostenfrei geliefert wurden.

Dipl. Ing. Kapaun.

Vermischtes.

Personal-Nachrichten.

Se. Majestät der Kaiser hat die Ingenieure Herren Ferdinand Edlen von Reichenberg, Avelin Brunar und Albert Hofer zu Ober-Ingenieuren für den Staatsbaudienst in Steiermark ernannt.

Se. Majestät der Kaiser hat in Anerkennung der beim Bau des Justizgebäudes in Graz geleisteten mehrjährigen ersprießlichen Dienste dem Baurathe Herrn Alexander Wilemans Edlen von Monteforte das Ritterkreuz des Franz Josef-Ordens und dem Architekten Herrn Arthur Wilemans Edlen von Monteforte das goldene Verdienst-

kreuz mit der Krone verliehen und gestattet, daß in Anbetracht der bei der Rettung von sieben Personen aus der Lurloch-Höhle bei Semriach entwickelten Entschlossenheit, Thatkraft und Aufopferung, dem Ober-Ingenieur der steiermärk. Statthalterei, Herrn Victor Pirner, der Ausdruck der Allerhöchsten Anerkennung bekanntgegeben werde.

Der Statthalter von Niederösterreich hat den Baupraktikanten Herrn Ignaz Pollak zum Bauadjuncten für den Staatsbaudienst in Niederösterreich ernannt.

Die niederösterreichische Statthalterei hat dem Herrn Ingenieur Richard Habel in Wien das Befugnis eines behördlich autorisirten

Bau-Ingenieurs und dem Ingenieur Herrn Friedr. Drexler das Befugnis eines behördlich autorisirten Maschinenbau-Ingenieurs ertheilt.

Preis-Zuerkennungen.

Auf Grund der von unserem Vereine in Nr. 17 d. Bl. erfolgten Preisausschreibung zur Erlangung von Entwürfen für das „Ehrendiplom“ sind bis zum Einreichungstermin (30. Juni) fünf Entwürfe eingelangt. Das aus den Herren: Prof. Dom. Avanzo, Baurath H. Helmer und Prof. C. König bestehende Preisgericht hat den I. Preis (200 Kronen) dem Entwurfe Nr. 3 (Verfasser: Architekt Franz Freih. v. Kraus) und den II. Preis (100 Kronen) dem Entwurfe Nr. 1 (Verfasser: Architekt Wilhelm Jelinek) zuerkannt, und dem Entwurfe Nr. 2 (Verfasser: Architekt Anton Weber) die lobende Anerkennung ausgesprochen. Wir werden auf diese Entwürfe, welche zu Beginn der nächsten Vereinssession zur Ausstellung gelangen werden, noch später zurückkommen.

* * *

Das für die Beurtheilung der Entwürfe für den Neubau eines Amtshauses in Biala (s. Zeitschr. Nr. 8 I. J.) aus Mitgliedern unseres Vereines zusammengesetzte Preisgericht (bestehend aus den Herren Bauräthen: H. Helmer, F. v. Neumann und L. Wächter) hat den I. Preis (2000 Kronen) dem Entwurfe mit dem Kennworte „Coalition 2“; den II. Preis (1000 Kronen) dem Entwurfe mit dem Kennworte „Honoris causa“ zuerkannt und den Entwurf „Biala“ zum Ankauf empfohlen.

Preisausschreibung.

Der Bistritzer Gewerbeverein (Ungarn) schreibt zur Erlangung von Plänen für die Erbauung eines Vereinshauses mit dem Kostenbetrage von fl. 40.000 eine freie Concurrenz aus. Als Preise für die zwei besten Entwürfe sind 600 Kronen und 300 Kronen ausgesetzt. Die Entwürfe sind bis 15. September 1894 an den Vorstand des Bistritzer Gewerbevereines einzusenden. Das Bauprogramm kann in unserem Secretariate eingesehen werden.

Vergebung von Arbeiten und Lieferungen.

1. Diverse Neubauten in der Station Lann der Linie Prag—Moldau. Am 28. Juli, 12 Uhr bei der k. k. Eisenbahnbetriebs-Direction in Prag.
2. Erbauung einer Kinderbewahranstalt in Derecske im Kostenbetrage von fl. 5393.20. Am 29. Juli, 10 Uhr, beim Gemeinde-Notariatsamte in Derecske. Vadium 50/0.
3. Verschiedene Arbeiten beim Bau eines Volksschul-Gebäudes in der Reysekstraße im Gesamtbetrage von fl. 5149.57. Am 30. Juli, 5 Uhr, beim Gemeinderathe Prossnitz.
4. Fundamentirungs- und Maurerarbeiten der Neajlowbrücke (Linie Bukarest—Giurgiu) im Gesamtbetrage von 55.000 Frcs. Am 30. Juli, beim Bautenministerium in Bukarest.
5. Fundamentirungs- und Maurerarbeiten bei zwei Viaducten der Linien Braila—Vadeni und Vadeni—Barbosch mit der Kostensumme von 250.814 Frcs. Am 2. August beim Bautenministerium in Bukarest.
6. Vergebung von Arbeiten und Lieferungen bei der Verlegung und Einwölbung des Ameisbaches im XIII. Bezirk. Am 3. August, 10 Uhr, beim Magistrate Wien. Vadium 50/0.
7. Schulhausbau im XVI. Bezirke, Lorenz Mandlgasse. Am 6. August, 10 Uhr, beim Magistrate Wien. Vadium 50/0.
8. Ausführung des Unterbaues und der Oberbauarbeiten auf der Theilstrecke Krasne—Skevarzawa (Kilometer 392.6—404.1) der Staatsbahnlinie Lemberg—Podwoloczyska im Kostenbetrage von fl. 98.975. Am 7. August, 12 Uhr, bei der Direction der k. k. österr. Staatsbahnen in Wien.
9. Wiederherstellung der Vaslui-Brücke auf der Chaussee Tergu—Frumos—Harlau im Kostenbetrage von Frcs. 29.292.73. Am 10. August, bei der Präfectur in Jassy.
10. Bau von zwei Kirchen in Szabadka. Am 20. August, 11 Uhr, beim Bürgermeisteramte der königl. Freistadt in Szabadka. Vadium je fl. 4000.
11. Bau von drei steinernen Brücken auf der Chaussee Tirgoveschti—Cambulung im Kostenbetrage von 150.000 Frcs. Am 23. August, beim Bautenministerium in Bukarest.
12. Chausseearbeiten auf der Chaussee Tirgoveschti—Pietroschitz im Kostenbetrage von 106.914 Frcs. Am 23. August, beim Bautenministerium in Bukarest.
13. Ausführung der städtischen Wasserleitung mit der Kostensumme von 398.800 Frcs. Am 30. August, beim Communalhospiz in R.-Sarat.

Die Budapester Donaubrücken-Concurrenz. In Ergänzung unserer Mittheilungen in Nr. 23, 25 und 27 d. Bl. ist nachzutragen, daß der königl. ungar. Handelsminister nebst den bereits erwähnten Entwürfen Nr. 36, 51 und 72 auch das Project der Société de construction de Levallois-Perret für eine Schwurplatz-Consolbrücke mit 3 Oeffnungen um 5000 Kronen ankaupte.

Die nicht prämiirten und nicht angekauften Pläne können durch die Einreicher oder deren Bevollmächtigte gegen Vorweisung des Aufgabs- oder Uebernahms-Certificates innerhalb 6 Wochen bei dem Oberdirector der Hilfsämter des Handelsministeriums zwischen 3—6 Uhr Nachmittags rückgenommen werden.

Eine neue Untergrundbahn in London. Es hat sich eine Actien-Gesellschaft mit einem Capitale von ca. 15 Mill. Gulden gebildet, welche die Charing Cross, Euston and Hampstead Railway, das ist eine Untergrundbahn von Charing Cross unter der Charing Cross Road, unter Tottenham Court und Hampstead Roads, unter Haverstock Hill zur Highstreet in Hampstead mit einem Flügel längs der Drummond Street zur Station Euston, bauen will. Das Greathead-System mit zwei Röhren, wie es bei der South London Railway Anwendung fand, soll auch diesmal benützt werden. Nähere Angaben über die Ausmaße der Tunnel, über die Spurweite, den Oberbau, sowie über die Tiefenlage unter dem Terrain fehlen noch. Die Zugintervalle sollen nur 2 1/2 Minuten betragen, die Züge 200 Sitzplätze enthalten. Man rechnet auf 90/0ige Verzinsung des Actiencapitals, wobei die Betriebskosten mit 32 1/2% veranschlagt erscheinen. Die Bahn wird ca. 8 km Länge besitzen. („Railr. gaz.“)

Eingelangte Bücher.

7200. **Anleitung zur ersten Hilfeleistung** bei plötzlichen Unfällen von J. Hess. 80. 93 S. m. 26 Abb. Frankfurt 1894. Bechhold. Mk. —80.
7211. **Grundzüge der Elektrotechnik** von R. Kührtmann. 80. 1. Hälfte. 252 S. m. 132 Abb. Leipzig 1894. Leiner. Mk. 6.—.
7212. **Wirkungsweise, Prüfung und Berechnung der Wechselstrom-Transformatoren** von P. Feldmann. 80. 1. Theil. 228 S. m. 103 Abb. Leipzig 1894. Leiner. Mk. 6.—.
7213. **Handbuch der praktischen Gewerbehygiene** von Dr. H. Albrecht. 80. 1. Lfg. Berlin 1894. Oppenheim. Mk. 4.50.
7214. **Die Versicherungstechnik im Bruderladengesetz** und Musterstatut von V. v. Neuman. 80. 50 S. Wien 1894. Geschenck des Herrn Verfassers.
7215. **Eine allgemeinere Integration der Differentialgleichungen** von E. Puchberger. 80. 1. Heft. Wien 1894. Gerolds Sohn.
7216. **Karte des Nordostsee-Canals** von B. Jahn. 4. Aufl. Kiel 1893.
7217. **Professor Reuleaux' Urtheil über die Leistungen unserer deutschen Industrie** auf den Weltausstellungen zu Philadelphia und Chicago kritisch beleuchtet von E. Jentzen. 80. 24 S. m. 2 Abb. Dresden 1894. B. Kührtmann. 80 Pfg.
7218. **Zur Frage der Beurtheilung der Leistungen und Verwaltungskosten der Arbeiter-Unfallversicherungsanstalten** v. R. Kana. 80. 36 S. Wien 1894.
7219. **Vállalkozók Evkönyve 1893/94.** Szerkesztik Salzer J. Bendik, G. Lakatos L. 80. 192 S. Budapest. fl. 1.50.

Der heutigen Nummer liegt das „Literatur-Blatt“ Nr. VIII bei.

INHALT. Ueber die Berechnung großer gewölbter Brücken. Von Sigmund Kulka, Ingenieur-Adjunct der k. k. österr. Staatsbahnen. — Ueber den Schutz von Eisenconstructions gegen die Wirkung eines Brandes. Von dpl. Ing. Kapau. — Vermischtes. — Eingelangte Bücher.

Eigenthum und Verlag des Vereines. — Verantwortl. Redacteur: Paul Kortz, beh. aut. Civil-Ingenieur. — Druck von R. Spies & Co. in Wien.